



Cláudia Margarida Feiticeiro Pinhal

Licenciatura em Engenharia do Ambiente

**Valorização de insolúveis da cal na
higienização de lamas de estações de
tratamento de água residual**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente – Perfil Engenharia Sanitária

Orientador: António P.M.C. Mano, Professor Auxiliar, FCT-UNL



Junho 2021

Valorização de insolúveis da cal na higienização de lamas de estações de tratamento de água residual

Copyright © Cláudia Margarida Feiticeiro Pinhal, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Ao Professor Doutor António Pedro Mano pela orientação da presente dissertação, pelo saber partilhado, e por ter acreditado em mim e me ter dado a oportunidade de abraçar este desafio.

À Faculdade de Ciências e Tecnologia pelo acolhimento, conhecimento e amizades que me deu ao longo do meu percurso académico.

Ao engenheiro Pedro Fontes pela criatividade e procura de novas soluções, que deram origem ao tema da presente dissertação.

À Dona Luísa e à Dona Adélia, pelo companheirismo, sabedoria e boa disposição contagiante.

À engenheira Maria Fátima Pereira, engenheira Maria Vieira e aos operadores da ETAR da Quinta do Conde, pelo profissionalismo.

Aos meus colegas e amigos, pelas vivências, pelo constante apoio e amizade nos momentos bons e nos menos bons, em especial ao André, ao Nuno, à Margarida, à Catarina e à Madalena, sem vocês não teria sido a mesma coisa, obrigada.

A toda a família Feiticeiro Pinhal, pelo carinho. Um agradecimento especial aos meus pais e ao meu irmão, pela fé, paciência e amor incondicional que me levou a acreditar e a lutar pelos meus sonhos. Esta dissertação é dedicada a eles.

Resumo

Com a presente dissertação pretendeu-se avaliar o potencial de valorização de insolúveis da cal na higienização de lamas de estações de tratamento de água residual (ETAR).

Foram utilizadas amostras de insolúveis da cal provenientes da Estação de Tratamento de Água (ETA) da Asseiceira, como coagulante, em ensaios de higienização com lamas provenientes da ETAR da Quinta do Conde, com o objetivo de avaliar o seu efeito na remoção de organismos patogénicos, *Escherichia coli* e Coliformes termotolerantes. O condicionamento das lamas foi efetuado através do recurso ao equipamento de Jar-Test.

Foram igualmente efetuados ensaios de higienização com cal hidratada, por forma a comparar os resultados obtidos.

Os ensaios realizados permitiram concluir que, ao doseamento do coagulante em estudo, nas lamas digeridas, se associou uma redução das concentrações de CQO, eventualmente em resultado de um efeito de diluição, e, também, a remoção de *Escherichia coli* e Coliformes termotolerantes na ordem de 100% a partir de 20% de peso seco. A utilização de cal comercial nas mesmas concentrações que o coagulante, não teve o mesmo efeito da redução das concentrações de CQO, em consequência de o efeito de diluição ter sido marginal. No entanto, em relação aos organismos patogénicos em estudo, revelou-se eficaz nas remoções de *Escherichia coli* e Coliformes termotolerantes, na ordem de 100%, a partir de 40% de peso seco. Relativamente às concentrações de sólidos suspensos totais e sólidos suspensos voláteis, o doseamento de ambos não teve quaisquer efeitos.

De um modo geral, o recurso aos insolúveis da cal mostrou ser mais eficaz do que a cal comercial na remoção dos organismos patogénicos em estudo, *Escherichia coli* e Coliformes termotolerantes, nas lamas estudadas, pelo que poderá constituir uma alternativa viável.

Abstract

This present work intends to evaluate the potential for valorization of insoluble lime in the cleaning of sludge from wastewater treatment plants (WWTP).

Lime insoluble from the Asseiceira water treatment plant (WTP), was used as a coagulant in hygienization tests with sludge from the Quinta do Conde WWTP, in order to evaluate the potential effect of the coagulant on the removal of pathogenic organisms, *Escherichia coli* and thermotolerant coliforms. The conditioning of the sludge was carried out using Jar-Test equipment.

Hygienization tests were also carried out with hydrated lime, in order to compare the obtained results.

The tests carried out made it possible to conclude that the dosage of the coagulant under study in the digested sludge caused a reduction of COD concentrations and for the removal of *Escherichia coli* and thermotolerant coliforms in the order of 100% from 20% dry weight. The use of commercial lime in the same concentrations as the coagulant was not as effective in decreasing COD concentrations. However, in relation to the pathogenic organisms under study, it proved to be effective in the removal of *Escherichia coli* and thermotolerant Coliforms, in the order of 100%, from 40% dry weight. In decreasing the concentrations of total suspended solids and volatile suspended solids, the dosage of both coagulants didn't cause any effect.

In general, the use of insoluble lime proved to be more effective than commercial lime in removing the pathogenic organisms under study, *Escherichia coli* and thermotolerant coliforms, so it may constitute a viable alternative.

Índice

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Introdução..... | 17 |
| 1.1 | Enquadramento Geral | 17 |
| 2. | Objetivo | 19 |
| 3. | Revisão de Literatura | 21 |
| 3.1 | Introdução | 21 |
| 3.2 | Produção de Lamas | 21 |
| 3.3 | Tratamento de Lamas..... | 22 |
| 3.3.1 | Espessamento..... | 23 |
| 3.3.2 | Estabilização | 25 |
| 3.3.3 | Desidratação..... | 26 |
| 3.3.4 | Condicionamento de Lamas | 28 |
| 3.3.5 | Higienização..... | 30 |
| 4. | Plano Experimental | 31 |
| 4.1 | Introdução | 31 |
| 4.2 | Plano de Trabalho..... | 31 |
| 5. | Caso de Estudo | 33 |
| 5.1 | Caracterização da ETA da Asseiceira | 33 |
| 5.2 | ETAR da Quinta do Conde | 36 |
| 6. | Metodologia | 39 |
| 6.1 | Jar-test..... | 39 |
| 6.2 | Medições e Parâmetros..... | 39 |
| 6.3 | Fase 1 – Caracterização dos insolúveis de cal e da cal comercial | 40 |
| 6.3.1 | Caracterização dos insolúveis de Cal..... | 40 |
| 6.3.2 | Caracterização da cal comercial | 41 |
| 6.3.3 | Composição Iónica dos Insolúveis de Cal e Doseamento..... | 41 |
| 6.2 | Fase 2 – Caracterização das Lamas..... | 43 |
| 6.2.1 | Caracterização das lamas digeridas..... | 43 |

| | |
|---|----|
| 6.3 Fase 3 - Misturas..... | 44 |
| 7. Resultados e Discussão..... | 45 |
| 7.1 Fase 1..... | 45 |
| 7.1.1 Caracterização dos insolúveis de cal | 45 |
| 7.1.2 Caracterização da cal comercial | 45 |
| 7.2 Fase 2..... | 46 |
| 7.2.1 Caracterização das lamas digeridas..... | 46 |
| 7.3 Fase 3 – Misturas | 47 |
| 7.3.1 Parâmetros microbiológicos..... | 47 |
| 7.3.2 Parâmetros Químicos | 51 |
| 7.3.3 Parâmetros físicos | 53 |
| 8. Conclusões | 57 |
| 9. Referências Bibliográficas | 59 |
| Anexos | 63 |
| Anexo I – Metodologia para determinação da CQO | 63 |
| Anexo II – Metodologia para determinação de Sólidos..... | 65 |
| Anexo III – Análise à composição iônica da amostra de insolúveis de cal | 67 |
| Anexo IV – Composição química da cal comercial | 69 |
| Anexo V – Análises microbiológicas..... | 71 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 3.1 – Vantagens e desvantagens dos métodos de espessamento. | 24 |
| Tabela 3.2 – Descrição dos principais processos de estabilização | 25 |
| Tabela 3.3 - Vantagens e desvantagens dos principais métodos de desidratação de lamas | 27 |
| Tabela 3.4 - Vantagens e desvantagens de diversos tipos de condicionamento de lamas | 29 |
| Tabela 4.1- Plano experimental..... | 32 |
| Tabela 6.1 – Composição iônica dos insolúveis de Cal | 41 |
| Tabela 6.2 – Quantidade de cálcio dos insolúveis de cal e da cal comercial | 41 |
| Tabela 6.3 – Quantidades de insolúveis de cal e cal comercial adicionadas às lamas nos diferentes níveis de higienização | 42 |
| Tabela 7.1 – Parâmetros referentes aos insolúveis de cal | 45 |
| Tabela 7.2 – Parâmetros referentes à cal comercial..... | 45 |
| Tabela 7.3 – Parâmetros referentes às lamas digeridas..... | 46 |
| Tabela 7.4 – Resultados das análises das lamas digeridas condicionadas com insolúveis de cal em relação à <i>Escherichia coli</i> e <i>coliformes Termotolerantes</i> | 47 |
| Tabela 7.5 – Resultados das análises das lamas digeridas condicionadas com Cal comercial em relação à <i>Escherichia coli</i> e <i>coliformes Termotolerantes</i> | 48 |
| Tabela 7.6 – Resultados das análises das lamas digeridas condicionadas com insolúveis de cal em relação à CQO. | 51 |
| Tabela 7.7 – Resultados das análises das lamas digeridas condicionadas com cal comercial em relação à CQO..... | 51 |
| Tabela 7.8 - Resultados das análises das lamas digeridas condicionadas insolúveis de cal em relação aos SST e SSV | 53 |
| Tabela 7.9 - Resultados das análises das lamas digeridas condicionadas cal comercial em relação aos SST e SSV..... | 54 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 3.1 – Diagrama esquemático de uma ETAR | 21 |
| Figura 3.2 – Fluxograma das diversas etapas do processo de tratamento de Lamas de ETAR | 23 |
| Figura 5.2 - Diagrama esquemático da linha de tratamento da ETA da Asseiceira | 35 |
| Figura 5.3 – Municípios abrangidos pela SIMARSUL | 36 |
| Figura 5.4 – Localização da ETAR da Quinta do Conde no concelho de Sesimbra | 36 |
| Figura 5.5 – Processos de tratamento da ETAR da Quinta do Conde | 38 |
| Figura 6.1 – Aparelhos <i>Jar-test</i> , modelo JLT6 (a), modelo FC6S (b). | 39 |
| Figura 6.2 – Rótulos da cal comercial utilizada..... | 41 |
| Figura 6.3 – Quantidade mínima (a) e máxima (b) de insolúveis de cal utilizados..... | 42 |
| Figura 6.4 – Quantidade mínima (a) e máxima (b) de cal comercial utilizada | 42 |
| Figura 6.5 – Mistura de amostras com lamas e cal comercial (a), com lamas e insolúveis de cal (b), com recurso ao equipamento <i>Jar-test</i> | 44 |
| Figura 6.6 – Preparação das amostras para envio | 44 |
| Figura 7.1 Influência do doseamento de insolúveis de cl e cal comercial na remoção de <i>Escherichia coli</i> | 48 |
| Figura 7.2 – Influência do doseamento de insolúveis de cal e cal comercial na remoção dos Coliformes Termotolerantes | 49 |
| Figura 7.3 – Influência do doseamento de insolúveis de cal e cal comercial, na remoção de CQO | 52 |
| Figura 7.4 – Relação entre a remoção ao nível dos SST entre os dois coagulantes | 54 |
| Figura 7.5 – Relação entre a remoção ao nível dos SSV entre os dois coagulantes..... | 55 |

Lista de abreviaturas

CQO – Carência Química de Oxigênio

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETAR – Estação de Tratamento de Água Residual

VLE – Valores limite de emissão

MS – Matéria seca

SST – Sólidos Suspensos Totais

SSV – Sólidos Suspensos Voláteis

1. Introdução

1.1 Enquadramento Geral

A crescente expansão demográfica gera pressões na procura de água potável, a qual aumenta a uma taxa anual de 1%, estimando-se que a população mundial atinja valores entre 9,4 e 10,2 mil milhões de pessoas até 2050, o que potenciará significativamente a procura deste bem. Por outro lado, as produções agrícola e energética acompanham essa evolução, sendo ambas, atividades caracterizadas pelo elevado consumo de água (WWAD, 2018).

Estes aspetos podem levar a um acréscimo de 20 a 30% no consumo anual de água potável, que poderá atingir os 5 500 a 6 000 km³. Deste modo, há necessidade de mudança no planeamento e execução de estratégias de gestão eficientes, e na criação de medidas que limitem a deterioração da qualidade dos recursos hídricos (Burek et al., 2016).

O tratamento de águas interiores superficiais é materializado, normalmente, através de processos de coagulação, floculação e decantação, os quais contribuem para a agregação da matéria suspensa, originando flocos com dimensão suficientemente elevada para sedimentarem graviticamente em órgãos dedicados (decantadores). As partículas não sedimentadas, são posteriormente removidas na etapa de filtração (American Water Works Association, 2003).

Do tratamento destas águas decorrem inevitavelmente subprodutos, como é o caso das lamas e dos insolúveis de cal (quando se utiliza a cal como reagente). Em consequência das suas propriedades químicas, o seu destino final é, normalmente, o aterro sanitário (PENSAAR 2020, 2015).

Com a procura crescente de água potável e consequente aumento da geração de subprodutos, esta solução torna-se insustentável do ponto de vista económico e ambiental, sendo a procura de oportunidades para a valorização destes subprodutos muito relevante.

As águas residuais provenientes do tratamento de água para abastecimento público, contêm vários materiais orgânicos e inorgânicos, químicos, entre outros, variando a sua composição de dia para dia. Os seus componentes podem diferir consoante a sua localização, estrutura, estação do ano e altura do dia (Almeida, 2013).

As estações de tratamento de águas residuais (ETAR), encontram-se no final do ciclo urbano da água, e, de acordo com a legislação atual, as descargas de águas residuais têm que cumprir os requisitos do Decreto de Lei nº 236/98 de 1 de agosto, 1998 que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade e impõe limites a diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos. De modo a garantir o cumprimento destes requisitos legais, as águas residuais são tratadas em instalações dedicadas, ETAR, que incluem a remoção física, química e biológica dos nutrientes presentes, nomeadamente carbono, azoto e fósforo, com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas.

No tratamento das águas residuais, são gerados subprodutos onde se incluem areias, gradados, escumas e lamas. Destes subprodutos, as lamas são as que ocupam maior volume e a sua

gestão é complexa fazendo do seu tratamento, e deposição final um dos maiores problemas na área do tratamento das águas residuais (Metcalf & Eddy, 2014).

As lamas representam cerca de 1 a 2% do volume total de água residual tratada, e o seu custo traduz-se, normalmente, entre 20 a 60% do custo total de operação das ETAR (Andreo li et al., 2007) (Neo Water Treatment, 2018). O destino final destas lamas em Portugal e na Europa é, principalmente, a valorização agrícola, que é regulada pela Diretiva n.º 86/278/CEE e por legislação nacional (Decreto-Lei n.º 276/2009) (APA, 2015).

A aplicação das lamas na agricultura é a opção privilegiada na UE, comparativamente com a incineração ou deposição em aterro, permitindo tirar partido do seu valor fertilizante na melhoria dos solos e do estado nutritivo das culturas. Inúmeros estudos suportam que a aplicação das lamas na agricultura aumenta a produção das culturas e melhora a qualidade dos solos, ao veicular nutrientes e matéria orgânica. A sua utilização na agricultura permite economizar nas necessidades de adubação química (prática agrícola que consiste no fornecimento de adubos ou fertilizantes ao solo), por forma a atender às exigências nutritivas das culturas. Para que as lamas cumpram esses padrões, é necessário recorrer à higienização das mesmas.

A higienização é a etapa final do tratamento de lamas, responsável pela eliminação de micro-organismos vivos, como os ácaros e as bactérias que nelas vivem, sendo os maiores causadores de doenças e alergias. A higienização é realizada através da adição de um reagente alcalino, normalmente cal.

A cal, por ser um produto alcalino forte e, normalmente, com um preço competitivo, é utilizada em diversas atividades relacionadas com a preservação das condições sanitárias e de higiene. A alcalinidade que transmite ao meio em que é adicionada, torna-o inadequado para o crescimento e sobrevivência de grande maioria dos microrganismos (Keller, P., Passamani-França, R.F., Cassini, S.T. e Gonçalves, F.R., 2004).

2. Objetivo

A presente dissertação tem por objetivo contribuir para a avaliação do potencial de valorização dos insolúveis de cal, provenientes de estações de tratamento de água (ETA) para abastecimento público, na operação de higienização de lamas de ETAR.

Para a sua prossecução foi utilizada uma amostra de insolúveis de cal, proveniente da ETA da Asseiceira, e lamas provenientes da ETAR da Quinta do Conde, tendo os insolúveis de cal sido utilizados em diferentes percentagens nos ensaios realizados. Foi igualmente utilizada cal hidratada em percentagens equivalentes, para comparação dos resultados obtidos na remoção de organismos patogénicos (*Escherichia coli* e Bactérias Coliformes termotolerantes).

3. Revisão de Literatura

3.1 Introdução

As águas residuais são constituídas basicamente por uma mistura de água e sólidos orgânicos e minerais, sendo 99,9% de água e 0,1% de sólidos. Do total de sólidos, aproximadamente 70% são materiais orgânicos como: proteínas, carboidratos e gorduras: os restantes 30% são constituídos por materiais inorgânicos como: areias, sais e metais (Sousa, 2005).

O tratamento das águas residuais que afluem às ETAR, tem por objetivo, sobretudo, separar os materiais sólidos e reduzir a carga de matéria orgânica presente, através de processos físicos, químicos e biológicos para que possam ser descarregadas no meio recetor sem riscos para o meio ambiente. Este tratamento pode ser dividido em duas fases: a líquida, na qual a matéria orgânica e mineral suspensa e dissolvida no meio líquido vai sendo progressivamente removida; e a sólida, onde estes materiais vão sendo progressivamente estabilizados e condicionados (Sousa, 2005).

Como resultado desses tratamentos, obtêm-se fundamentalmente dois tipos de produtos: um efluente líquido, e um produto semissólido, as lamas.

O aumento do número de ETAR a nível mundial, com tratamentos cada vez mais exigentes, conduziu ao agravamento do problema da geração das lamas e do destino adequado a dar-lhes.

3.2 Produção de Lamas

Na figura 3.1 apresenta-se um diagrama esquemático de uma ETAR onde se incluem as diferentes operações e processos a que as águas residuais são sujeitas, assim como os tipos de lamas gerados.



Figura 3.1 – Diagrama esquemático de uma ETAR (adaptado de Sousa, 2005)

As lamas provenientes do tratamento de águas residuais, são classificadas de acordo com a etapa de tratamento da fase líquida de onde são produzidas, incluindo:

- Lamas primárias (provenientes da operação de decantação primária);
- Lamas secundárias ou biológicas (provenientes de processos biológicos).

As lamas primárias são constituídas, na sua maioria, por sólidos sedimentáveis. Caracterizam-se por conterem um teor relativamente elevado de matéria orgânica, grande parte da qual é facilmente biodegradável (Sousa, 2005). Espessam graviticamente com relativa facilidade, quer nos próprios tanques de decantação quer nos espessadores gravíticos e são, por isso, mais fáceis de desidratar do que as lamas biológicas.

A operação de decantação primária garante, normalmente, remoções de 50 % a 70 % de SST e de 25 % a 40 % de CBO5. A presença de matéria orgânica faz com que as lamas primárias se decomponham rapidamente quando armazenadas, gerando odores desagradáveis (Metcalf & Eddy, 2014).

A composição das lamas biológicas varia com a composição das águas de que provêm e da tecnologia de tratamento a que foram sujeitas. Da sua constituição fazem parte substâncias orgânicas e minerais de natureza diversa e que poderão estar presentes, em maior ou menor quantidade, e diferentes microrganismos, alguns dos quais patogénicos (Morgado Cunha, 2007).

A concentração de sólidos depende do processo biológico e varia num intervalo entre 0,4 a 1,2% de MS (Metcalf & Eddy, 2014). A origem da água residual, o tipo de processo e o local de onde são retiradas, a partir do reator biológico ou do decantador secundário, condiciona a concentração da lama (Pinto, 2019).

As lamas biológicas geralmente têm uma cor acastanhada e um odor a terra molhada. Se a cor for mais escura a lama pode estar a entrar no estado séptico e apresenta um odor a putrefação. Caso contrário, se a cor for mais clara que o normal, pode ter havido falta de arejamento no reator o que leva a que a lama sedimente mais lentamente (Metcalf & Eddy, 2014).

3.3 Tratamento de Lamas

O tratamento de lamas tem como principal objetivo reduzir o seu volume e a fração orgânica, para posteriormente serem encaminhadas a destino final, através de um conjunto de etapas complexo e que acarreta um custo elevado no custo total das instalações e no processo de gestão da ETAR (Andreoli et al., 2007) (Pinto, 2019).

Dependendo do grau de tratamento pretendido, o tratamento de lamas pode representar 30 a 50% do custo da ETAR. A gestão e tratamento de lamas, se não for bem efetuado, pode não só aumentar os custos associados, mas também ter consequências ambientais e sanitárias.

Estes custos são significativamente afetados pelo volume das lamas, ou seja, pelo seu teor de água ou concentração de sólidos, pelo que o espessamento e a desidratação são operações muito relevantes no processamento das lamas e têm um impacto significativo. De maneira a

aumentar a eficiência de remoção da água das lamas durante as operações de espessamento e desidratação, efetua-se o respectivo condicionamento (Ginisty et al, 2012).

A figura 3.2 apresenta um fluxograma das diversas operações e processos associados ao tratamento das lamas de ETAR.

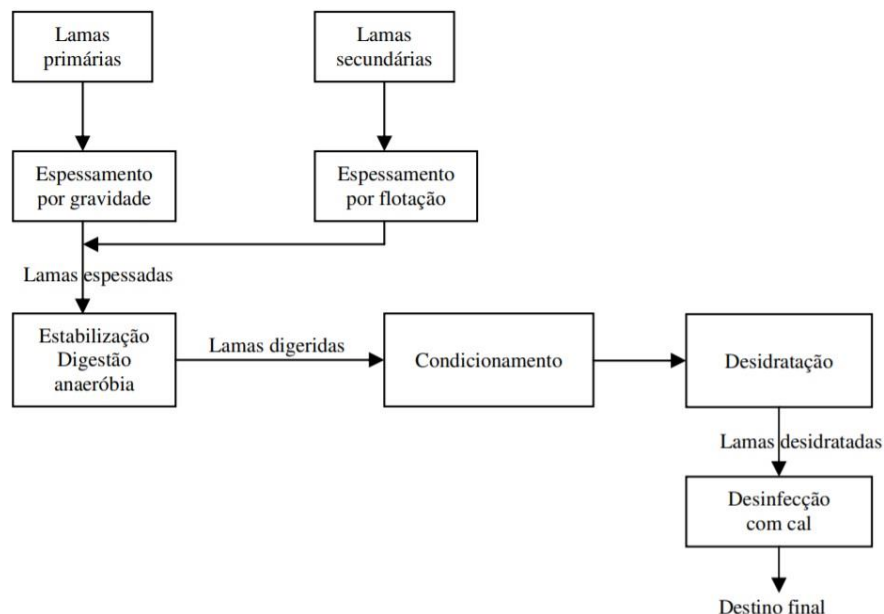


Figura 3.2 – Fluxograma das diversas etapas do processo de tratamento de Lamas de ETAR (adaptado de Sousa, 2005)

3.3.1 Espessamento

O espessamento é uma operação utilizada para aumentar a concentração de sólidos nas lamas, através da remoção de uma porção da fração líquida, reduzindo assim o seu volume (Metcalf & Eddy, 2014). O espessamento de lamas reduz os custos associados ao seu armazenamento, processamento, transporte e destino final (EPA, 2003). Ao aumentar a concentração de sólidos de 1 para 2% reduz-se para metade o volume de lamas (Metcalf & Eddy, 2014).

O espessamento para além de aumentar a concentração de sólidos visa remover parte da fração líquida das lamas, de modo a ocorrer uma diminuição do seu volume. Através da remoção de uma fração da água, permite-se que a lama espessada permaneça num estado fluido, capaz de ser bombeada sem grande dificuldade. A redução do volume por espessamento tem o objetivo de aumentar a eficiência e diminuir os custos das operações e processos de tratamento de lamas posteriores (Silva, 2015).

Os tipos de espessamento mais comuns incluem o espessamento gravítico e a flotação por ar dissolvido (DAF). Existem, no entanto, outras alternativas que recorrem a equipamentos mecânicos, como centrífugas, mesas de espessamento ou tambores rotativos.

A escolha do método de espessamento a utilizar deve considerar fatores como a concentração de sólidos e o caudal de lamas a espessar, a concentração de sólidos e caudal de lamas espessadas, a concentração de sólidos e caudal de escorrências e necessidade e custo de reagentes caso sejam necessários (USEPA, 1979).

Na tabela 3.1, resumem-se as principais vantagens e desvantagens das várias operações de espessamento.

Tabela 3.1 – Vantagens e desvantagens dos métodos de espessamento (adaptado de Turovskiy & Mathai, 2006).

| Operação | Vantagens | Desvantagens |
|---|--|--|
| Espessamento Gravítico | Custos de Operação reduzidos | Requer áreas significativas |
| | Ideal para pequenas instalações | Potencial para libertação de odores |
| | Não requer condicionantes químicos | Pode ocorrer a flotação de sólidos |
| | Não requer operação estabilizada | Concentração de sólidos baixa para lamas biológicas |
| Flotação por ar dissolvido (DAF) | Melhor desempenho no espessamento de lamas biológicas provenientes de lamas ativadas | Custos de operação elevados |
| | Requer menos espaço que o espessador gravítico | Não é recomendada para espessamento de lamas primárias |
| | | Requer o doseamento de polímeros |
| | | Não tem capacidade de armazenar lamas |
| Espessamento por centrífuga | Eficiente em lamas biológicas | Custo de capital elevado |
| | Produção de odores é limitada | Custo de operação elevado |
| | Necessidades de espaço mínimas | Requer condicionamento químico para atingir uma elevada taxa de captura de sólidos |
| | | Requer manutenção especializada |
| Mesa de espessamento | Eficiente para lamas biológicas com baixa concentração de sólidos (0,4% até 6%) | Depende da adição de polímero |
| | Elevada taxa de captura de sólidos | Potencial para libertação de odores |
| | Custo de capital reduzido | Requer edifício próprio |
| | Custo energético reduzido | Requer atenção moderada na operação |

3.3.2 Estabilização

A estabilização é um processo que tem por objetivo a degradação da matéria orgânica, através da conversão dos sólidos biodegradáveis em produtos finais não celulares. Este processo também contribui para que ocorra uma redução do número de organismos patogénicos, bem como uma redução da libertação de odores das lamas (Victor, 2010).

A estabilização biológica é o processo mais frequentemente utilizado, podendo ser realizada por via anaeróbia ou aeróbia ou ainda por compostagem. A estabilização química é normalmente realizada através da adição de cal viva (óxido de cálcio) ou de cal hidratada (hidróxido de cálcio), sendo normalmente realizada após a desidratação (Metcalf & Eddy, 2014) (Pinto, 2019).

Se o destino das lamas inclui a sua valorização na agricultura, a redução de patogénicos por qualquer método de estabilização, deve ser um dos principais aspetos a considerar. Entre os métodos empregues para a estabilização das lamas, podem-se destacar os mais usuais: a estabilização química com cal, a digestão anaeróbia e aeróbia. Em seguida descrevem-se os processos mais usuais de estabilização (Sousa, 2005).

Na tabela 3.2 apresentam-se os principais processos de estabilização de lamas.

Tabela 3.2 – Descrição dos principais processos de estabilização (adaptado de Metcalf & Eddy, 2014).

| Processo | Descrição | Observações |
|------------------------------|---|---|
| Digestão anaeróbia | Conservação biológica por fermentação da matéria orgânica no reator aquecido para produzir biogás (CH_4 e CO_2) | O gás metano pode ser usado para gerar calor ou eletricidade. As lamas resultantes deste processo poderão ser utilizadas para valorização agrícola. Custo de investimento elevado |
| Digestão aeróbia | Conservação biológica da matéria orgânica na presença de oxigénio, normalmente num reator aberto. | É um processo mais fácil de operar que a digestão anaeróbia, mas não produz gás. Sendo um processo aeróbio consome muita energia. |
| Estabilização química | Adição de um reagente alcalino, normalmente cal, para manter um pH elevado e para promover a inativação dos organismos patogénicos | A principal vantagem deste processo é uma elevada inativação dos organismos patogénicos. As desvantagens incluem o aumento da massa das lamas pela adição do reagente. |

A principal vantagem da digestão anaeróbia, comparativamente com os restantes processos de estabilização é a produção de biogás durante o processo, que poderá ser aproveitado para a produção de energia térmica e elétrica através de unidades de cogeração, permitindo retirar benefícios económicos e ambientais, ao serem reduzidas as emissões de gases com efeito de estufa. Habitualmente o gás produzido é utilizado na produção de eletricidade e de calor, para aquecimento de água utilizada no aquecimento das lamas (Sousa, 2005).

3.3.3 Desidratação

A desidratação é uma operação que tem por objetivo a redução de volume das lamas. Desidratar uma lama espessada com 4% de concentração em sólidos para 20%, significa reduzir o volume para 1/5 do inicial (Santos, 2011).

A desidratação é exigida previamente a processos como a secagem térmica e, ou a incineração, para aumentar o potencial calorífico, e viabiliza processos como a compostagem e a deposição em aterro sanitário, reduzindo também a produção de lixiviados no aterro (Pinto, 2019). A escolha do sistema de desidratação é determinada pelo tipo de lamas a serem desidratadas, objetivos de qualidade final, destino final das lamas e espaço disponível (Metcalf & Eddy, 2014). As lamas podem ser desidratadas por processos naturais, como leitos de secagem, baseados na evaporação e na percolação, ou recorrendo a equipamentos mecânicos como as centrífugas, filtros banda ou filtros prensa, que utilizam energia elétrica.

Os métodos naturais são mais utilizados em pequenas instalações, onde a produção de lamas é reduzida e há espaço disponível. Para ETAR de maiores dimensões, ou que estejam limitadas em termos de espaço, os processos mecânicos são mais adequados (Metcalf & Eddy, 2014).

A desidratação natural não necessita de nenhum condicionamento prévio, ao contrário da desidratação mecânica em que é imprescindível o condicionamento químico prévio para aumentar a eficiência do processo (Pinto, 2019).

Os principais métodos de desidratação das lamas, incluem:

- Leitos de Secagem
- Centrífugas
- Filtros Banda
- Filtros Prensa

A Tabela 3.3 resume as principais vantagens e desvantagens dos principais métodos de desidratação de lamas.

Tabela 3.3 - Vantagens e desvantagens dos principais métodos de desidratação de lamas (adaptado de Metcalf & Eddy, 2014)

| Método | Vantagens | Desvantagens |
|----------------------|--|---|
| Centrifugas | Custo de capital reduzido | Elevada exigência de espaço |
| | Custo energético reduzido | Potencial risco de odores |
| | Consumo baixo ou nulo de químicos | Suscetível aos efeitos climáticos |
| | Concentração de sólidos elevada | A remoção de lamas é um trabalho intensivo |
| | Fácil instalação | Potenciais problemas de manutenção |
| | Produção de lamas com siccidade média-alta | Necessidade de manutenção especializada |
| | Odor reduzido | Concentração potencialmente elevada de sólidos suspensos nas escorrências |
| | Fácil operação | Elevadas necessidades energéticas |
| | | Sensível a sólidos de maior dimensão e areia |
| Filtro Banda | Consumo energético baixo | Necessidade elevada de água de lavagem |
| | Custos de investimento e operação reduzidos | Ciclo de vida curto comparativamente a outros equipamentos de filtração |
| | Fácil operação | Operação automática não recomendada |
| | Produz lamas com uma concentração de sólidos media-alta | Sensível às características da lama |
| | | Sensível a objetos afiados que possam estar nas lamas |
| Filtro Prensa | Permitem obter elevados valores de siccidade | Não permite operação em contínuo |
| | Baixa concentração de sólidos suspensos nas escorrências | Custos de investimento elevado |
| | Taxa de retenção de sólidos elevada | Custos de operação e manutenção elevados |
| | Operação simples | Necessidade de manutenção especializada |
| | | Aumento de sólidos devido ao uso de químicos inorgânicos |

3.3.4 Condicionamento de Lamas

O condicionamento de lamas é utilizado para melhorar as características de desidratação das lamas, neutralizando ou destabilizando as forças químicas ou físicas que atuam nas partículas coloidais e/ou nas partículas em suspensão na água. Isto é conseguido através de coagulação seguida de floculação, em que a coagulação destabiliza as partículas, diminuindo a intensidade da força electrostática que as repele, e a floculação permite que as pequenas partículas se agreguem e formem flocos, melhorando assim a eficiência da desidratação ou espessamento das lamas (Andreoli et al., 2007) (Bishop, 1995).

Os processos mais comuns de condicionar lamas são químicos e físicos, sendo os químicos os mais utilizados. Os processos químicos utilizam polímeros inorgânicos, como cal e cloreto férrico, e orgânicos como os polieletrólitos (Metcalf & Eddy, 2014). Os processos físicos incluem condicionamento térmico, condicionamento por congelamento-descongelamento a elutriação (Qasim & Zhu, 2018).

Além de melhorar a separação sólido-líquido das lamas, alguns processos de condicionamento também desinfetam as lamas, controlam os odores, alteram as características dos sólidos das lamas e melhoram a recuperação de sólidos. O condicionamento pode também diminuir ou aumentar a quantidade de sólidos das lamas (Turovskiy & Mathai, 2006).

As lamas provenientes do tratamento de água residual consistem em sólidos orgânicos e inorgânicos de tamanho variado com origem no tratamento primário, secundário ou tratamento químico. Dependendo da sua origem, as lamas têm diferentes características que afetam a sua capacidade de desidratação incluindo (Turovskiy & Mathai, 2006): a origem, a concentração de sólidos, o tamanho e distribuição das partículas, o pH e a alcalinidade, as cargas superficiais, o grau de hidratação e os fatores físicos (armazenamento das lamas, a bombagem, tratamento).

A origem das lamas é um bom indicador da dose de coagulante a ser utilizada. As lamas primárias requerem, de um modo geral, doses menores de condicionante que as lamas biológicas. Entre as lamas biológicas, as que têm origem em tratamento por biomassa fixa requerem doses menores do que as provenientes de processos por biomassa em suspensão. Para as lamas digeridas, as doses de condicionante são semelhantes quer para as lamas digeridas por via anaeróbia, quer para as lamas digeridas por via aeróbia. No entanto, segundo o mesmo autor, as necessidades de condicionamento para o mesmo tipo de lamas podem ser diferentes de ETAR para ETAR (Turovskiy & Mathai, 2006) e (Metcalf & Eddy, 2014).

As lamas contêm um grande número de partículas coloidais, que têm grandes áreas superficiais específicas. Se a concentração de sólidos for baixa, as partículas interagem pouco, fazendo com que tenha de ser adicionada uma maior dose de coagulante para conseguir quebrar as cargas elétricas que envolvem as partículas (Turovskiy & Mathai, 2006). O tamanho das partículas é considerado o fator mais importante que influencia a capacidade de desidratação de uma lama. Para a mesma concentração de sólidos, quanto maior o número de pequenas partículas, maior a relação área/volume, o que se traduz numa maior hidratação, maior resistência à desidratação e maior necessidade de condicionante (Turovskiy & Mathai, 2006) (Bishop, 1995).

Deste modo, qualquer processo que reduza o tamanho das partículas suspensas na lama vai influenciar negativamente o condicionamento das mesmas. A bombagem de lamas por exemplo, sujeita o material suspenso nas lamas a forças de deformação que podem resultar na redução do seu tamanho. A agitação e a mistura das lamas com o químico também podem influenciar negativamente a resistência ao cisalhamento das partículas, diminuindo o seu tamanho (Turovskiy & Mathai, 2006) (Bishop, 1995) (Bazzaoui et al., 2011) (Huron et al., 2010)

3.3.4.1 Condicionamento químico

O condicionamento químico é o processo mais utilizado para condicionar lamas. Este condicionamento pode ser visto como uma operação de coagulação e floculação, pois neutraliza as cargas elétricas dos colóides através do uso de polímeros orgânicos ou inorgânicos com cargas opostas. Ao adicionar químicos, o tamanho das partículas aumenta o que faz com que a quantidade de água diminua, melhorando assim a sua capacidade de desidratação (Turovskiy & Mathai, 2006). Normalmente os sólidos presentes nas lamas apresentam carga negativa, motivo pelo qual, os reagentes frequentemente utilizados no condicionamento são do tipo catiónico (Metcalf & Eddy, 2014).

3.4.3.2 Condicionamento físico

▪ Condicionamento térmico

O condicionamento térmico é um processo que tem sido utilizado para condicionar e estabilizar as lamas, mas raramente é usado em novas instalações (Ramos, 2011). Este processo consiste no aquecimento das lamas a 170-220°C, e a uma pressão de 1,2 a 2,5 MPa, durante 15 a 30 minutos. O calor faz com que os sólidos coagulem, alterando a estrutura das partículas e reduzindo a afinidade dos sólidos para com a água, ajudando ainda mais a desidratação (Qasim & Zhu, 2018). A lama é posteriormente espessada num espessador gravítico antes de ser desidratada (Turovskiy & Mathai, 2006).

A Tabela 3.4 resume as vantagens e desvantagens do condicionamento químico e do condicionamento térmico.

Tabela 3.4 - Vantagens e desvantagens de diversos tipos de condicionamento de lamas (adaptado de European Commission, 2001)

| Método de condicionamento | Vantagens | Desvantagens |
|---------------------------------|--|----------------------------------|
| Químico (Compostos Inorgânicos) | Aumento da coesão das partículas e densidade da lama | Aumento da matéria seca |
| | | Redução do seu conteúdo orgânico |
| | | Processo Lento |
| | Redução do volume de lama | Preço dos reagentes |

| | | |
|--------------------------------------|---|--|
| Químico (Compostos Orgânicos) | Não altera o potencial agrícola da lama | |
| | Utiliza menores doses de polímero | |
| | Fácil de manusear e transportar | |
| Térmico | Pode-se aplicar a todo o tipo de lamas | Custo de capital elevado |
| | Processo eficiente e estável | Consumos energéticos elevados |
| | Estabiliza e desinfeta as lamas | Produção de maus odores |
| | Reduz o volume de lamas | Escurrências com elevadas cargas orgânicas |

▪ **Condicionamento por congelamento e descongelamento**

O condicionamento de lamas por congelamento e descongelamento é um método que melhora a capacidade de desidratação das lamas. Este método utiliza leitos de secagem para condicionar lamas a baixas temperaturas (Turovskiy & Mathai, 2006). Várias bases militares situadas em regiões geladas utilizam este método de condicionamento (Vesilind et al., 1991).

▪ **Elutriação**

A elutriação é um processo de condicionamento em que as lamas são lavadas com água potável ou efluente tratado, com o objetivo de remover a alcalinidade da lama através da remoção de compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos na água, particularmente bicarbonatos alcalinos. Este processo reduz a quantidade de coagulante químico necessário para condicionar as lamas na desidratação mecânica (The Institute of Water Pollution Control, 1981) (Turovskiy & Mathai, 2006) (Qasim & Zhu, 2018). A elutriação aplica-se a lamas digeridas anaerobiamente.

3.3.5 Higienização

Como foi referido anteriormente, a higienização consiste na destruição ou inativação dos organismos patogénicos, através da adição de um reagente alcalino, normalmente cal, de modo a minimizar os riscos que possam surgir durante o seu manuseio ou utilização, sobretudo nos casos em que o destino final passa pela sua aplicação na agricultura.

Poderá ocorrer igualmente durante alguns processos de estabilização, nomeadamente: estabilização química com cal; tratamento térmico; compostagem; digestão anaeróbia; e, digestão aeróbia, sendo que nestes dois últimos casos, não há propriamente um processo de higienização, mas sim uma redução do número de organismos patogénicos.

4. Plano Experimental

4.1 Introdução

Todos os ensaios, da presente dissertação, tiveram por objetivo avaliar o papel dos insolúveis de cal em comparação com a cal comercial, na remoção de organismos patogénicos, na etapa da higienização de lamas.

Para a avaliação do potencial de remoção foi selecionado um subgrupo das bactérias coliformes totais, a bactéria *Escherichia coli* e as bactérias Coliformes termotolerantes (Coliformes Fecais).

As bactérias coliformes englobam vários grupos constituídos por diferentes géneros, onde a *Escherichia coli* se inclui. A contagem do seu número constitui um indicador da eventual presença de bactérias patogénicas com origem no trato intestinal. Estas bactérias surgem tanto nos esgotos, como nas águas naturais. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade de microrganismos patogénicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, como febre tifoide, febre paratifoide, desintéria bacilar e cólera (Alves, 2010).

A *Escherichia coli* (E.coli) é uma bactéria gram-negativa, anaeróbia facultativa, em forma de bastonete, vulgarmente encontrada na parte inferior do intestino de animais homeotérmicos. A sua presença na água de consumo, a par com níveis elevados de nitratos ou cloretos, indica contaminação por águas residuais, nomeadamente de fossas sépticas. A E.coli produz uma toxina muito nociva, podendo causar danos graves (Karch et al. 1999).

Os coliformes fecais, ou termotolerantes são capazes de se desenvolver e fermentar a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas. Estão presentes em grandes quantidades no intestino de organismos homeotérmicos. Este grupo é constituído quase exclusivamente pela espécie *Escherichia coli*, espécie indicativa da poluição fecal e, portanto, da possível presença de espécies entéricas patogénicas (Alves, 2010).

4.2 Plano de Trabalho

Com o objetivo de avaliar o desempenho dos insolúveis de cal provenientes do tratamento de água para abastecimento público (ETA da Asseiceira), como reagente higienizador, avaliou-se a sua eficiência relativamente à remoção de organismos patogénicos (*Escherichia coli* e Coliformes termotolerantes).

A prossecução do trabalho foi suportada pelo plano experimental que se resume na Tabela 4.1.

Tabela 4.1- Plano experimental

| Fase | Procedimento |
|-------------|---|
| 1 | Caracterização dos insolúveis de cal |
| | Caracterização da Cal |
| 2 | Caracterização das lamas digeridas |
| 3 | Caracterização da mistura – Lamas digeridas + cal comercial |
| | Caracterização da mistura – Lamas digeridas + insolúveis de cal |

Fase 1

Caracterizou-se a amostra de insolúveis de cal proveniente da ETA da Asseiceira e a amostra de cal hidratada comercial, as quais se utilizaram na fase 3.

Fase 2

Caracterizaram-se as amostras de lamas digeridas provenientes da ETAR da Quinta do Conde

Fase 3

Na fase 3 realizaram-se ensaios em que se dosearam insolúveis da cal nas lamas digeridas, e, também, ensaios em que se doseou cal comercial nas mesmas lamas, nas doses correspondentes de cálcio, comparativamente à quantidade de insolúveis doseada.

Nesta fase procurou-se fazer uma análise comparativa entre os dois coagulantes, através da análise dos parâmetros utilizados nas fases 1 e 2, e verificar a viabilidade da utilização dos insolúveis da cal na remoção de organismos patogénicos, *E. coli* e Coliformes Termotolerantes, face à cal comercial.

5. Caso de Estudo

O caso de estudo utilizou uma amostra de insolúveis de cal proveniente do saturador de cal da ETA da Asseiceira, e amostras de lamas provenientes da ETAR da Quinta do Conde, onde se testou e avaliou o potencial da amostra relativamente à remoção de *E. coli* e coliformes termotolerantes e se caracterizou a mistura de lamas com cal e insolúveis de cal (CQO e sólidos).

Estas instalações encontram-se resumidas, de forma sucinta, nos seguintes subcapítulos.

5.1 Caracterização da ETA da Asseiceira

A albufeira da barragem de Castelo do Bode, localizada no rio Zêzere, constitui a principal fonte de água para tratamento e abastecimento dos consumidores da região da grande Lisboa e municípios limítrofes (Agência Portuguesa do Ambiente, n.d.).



Figura 5.1 - ETA da Asseiceira (fonte: Águas de Portugal, n.d.).

A ETA da Asseiceira, sediada no concelho de Tomar, tem uma capacidade nominal de 625 000 m³ de água, representando 75% do volume total de água produzido pela EPAL, estando preparada para uma futura ampliação até aos 750 000 m³ de água diários (EPAL, n.d.).

Atualmente possui duas linhas de tratamento da fase líquida, uma com capacidade para tratar um volume de 500 000 m³ de água e outra para tratar os restantes 125 000 m³. As duas linhas de tratamento são compostas pelos seguintes processos unitários: (EPAL, n.d.; SUEZ Treatment Solutions, n.d.).

- Pré-oxidação com cloro gasoso;
- Remineralização e correção da agressividade através do doseamento de água de cal e da injeção de dióxido de carbono;
- Coagulação, recorrendo à utilização de sulfato de alumínio como coagulante;
- Flotação. Em casos de elevada turvação é adicionado à cabeça dos flotadores um floculante (polieletrólito);
- Ozonização intermédia (fora de serviço);
- Filtração com filtros de areia;
- Equilíbrio e ajuste do pH com água de cal;
- Desinfecção com cloro gasoso.

No que respeita à fase sólida, a ETA da Asseiceira inclui duas linhas de tratamento constituídas pelas seguintes operações e processos: (EPAL, n.d.).

- Espessamento gravítico das lamas flotadas e da água de lavagem dos filtros, com auxílio de um floculante (polieletrólito);
- *Densadeg* (decantador lamelar), onde se efetua o reaproveitamento dos insolúveis de cal, provenientes do saturador, para a produção de água de cal;
- Cisterna de lamas espessadas;
- Desidratação com recurso a centrífugas.

Segundo a informação disponibilizada pela empresa Águas do Vale do Tejo, são produzidos anualmente entre 450 e 700 m³ de insolúveis de cal. Estas lamas alcalinas são reaproveitadas no *Densadeg*.

Na Figura 5.2 apresenta-se um diagrama esquemático da linha de tratamento da ETA da Asseiceira elaborado com base na informação disponibilizada pela empresa Águas do Vale do Tejo.

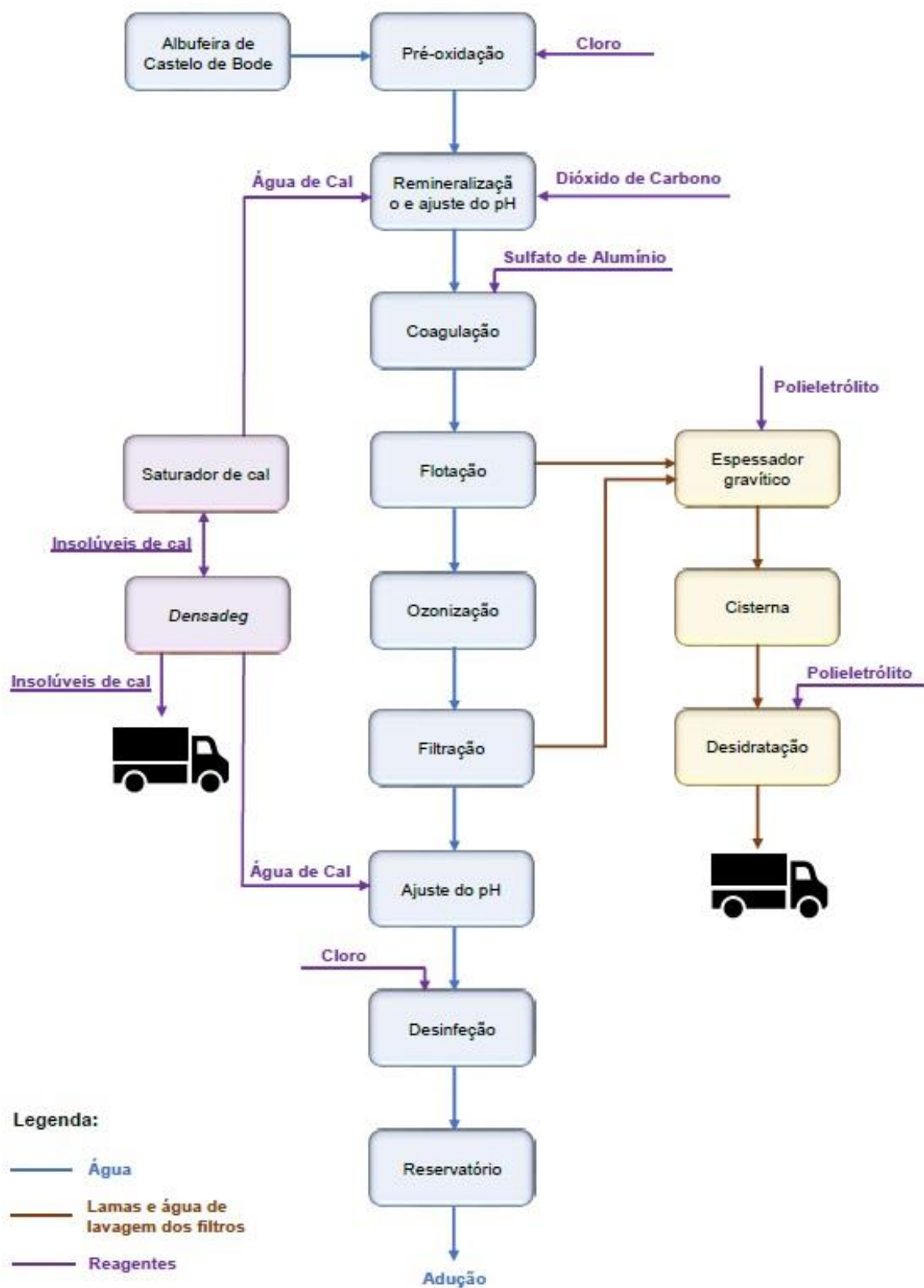


Figura 5.2 - Diagrama esquemático da linha de tratamento da ETA da Asseiceira (fonte: Pinto, 2019)

5.2 ETAR da Quinta do Conde

A SIMARSUL, empresa do Grupo Águas de Portugal, é concessionária do Sistema Multimunicipal de Saneamento de Águas Residuais da Península de Setúbal e abrange os municípios de Alcochete, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal como representa a figura 5.3.



Figura 5.3 – Municípios abrangidos pela SIMARSUL

Este sistema integrado de saneamento, com uma área total de 1.450 km², engloba a construção e beneficiação de um conjunto de infraestruturas e a sua manutenção, para permitir aumentar o nível de atendimento em drenagem e melhorar o tratamento de águas residuais da população da região. Infraestruturas do Sistema, considerando a sua configuração final: 28 ETAR, 130 Estações Elevatórias e 420 km de Sistemas de Drenagem Gravíticos e Elevatórios.

A ETAR da Quinta do Conde localiza-se no concelho de Sesimbra, freguesia da Quinta do Conde, (Figura 5.4).



Figura 5.4 – Localização da ETAR da Quinta do Conde no concelho de Sesimbra

A ETAR está inserida no Subsistema da Quinta do Conde que inclui, além desta infraestrutura, cerca de 46 km de emissários e condutas elevatórias e 11 Estações Elevatórias. A infraestrutura tem capacidade para, no ano horizonte de projeto, efetuar o tratamento de 19.300 m³/dia de águas residuais urbanas, correspondendo a cerca de 94.000 habitantes equivalentes.

O nível de tratamento instalado é terciário dado que se dispõe de desinfecção final, estando a ETAR também dotada de um sistema de desodorização e de um sistema de reutilização de água em fins compatíveis e adequado para uso interno no recinto das instalações, bem como nas EE do subsistema.

O processo de tratamento adotado consiste num sistema de lamas ativadas em regime de média carga, composto por duas linhas de tratamento, com decantação primária a montante e sistema de desinfecção final por radiação ultravioleta (UV).

A ETAR dispõe de digestão anaeróbia das lamas com sistema de cogeração, com uma potência de 402 kW, estando ainda dotada com sistema de desodorização das instalações. A ETAR está dotada de um sistema de reutilização de água de serviço, composto por um reservatório e sistema de pressurização do efluente desinfetado, garantindo a qualidade adequada para uso interno na ETAR. Os principais órgãos que compõem a ETAR são os seguintes:

Fase Líquida - 2 tamisadores e 2 desarenadores/desengorduradores, 1 equipamento compacto de receção e tratamento do conteúdo proveniente da limpeza de fossas sépticas; estação elevatória intermédia (2 + 1 grupo electrobombas); 2 decantadores primários lamelares; 2 reatores biológicos com arejamento por difusores; 4 decantadores secundários; 2 unidades de desinfecção por radiação ultravioleta.

- **Pré-Tratamento e Tratamento Primário** - Estas etapas de tratamento são efetuadas em edifícios e/ou órgão fechados para minimização da emissão de odores e também para melhorar o enquadramento paisagístico. O tratamento consiste em tamisação para remoção de partículas sólidas, seguindo-se um órgão compacto onde se promove a remoção de areias e gorduras. O tratamento primário é assegurado por decantadores lamelares cobertos. Os gradados e as areias são acondicionados em contentores e enviados a destino final adequado. As gorduras podem ser enviadas para os digestores anaeróbios para degradação biológica.
- **Tratamento Secundário** É materializado através de reatores aeróbios, de biomassa suspensa, na variante valas de oxidação, onde se promovem condições adequadas ao desenvolvimento de uma população de microrganismos que asseguram a depuração biológica das águas residuais. O efluente dos reatores é encaminhado para a decantação secundária, para separação das fases sólida e líquida.
- **Tratamento Terciário de Desinfecção** - Previamente à descarga na Ribeira de Coina, afluente ao Estuário do Rio Tejo, o efluente tratado será ainda sujeito a desinfecção por radiação UV .

Fase Sólida - 1 espessador gravítico; 2 mesas de espessamento; 1 tanque de armazenamento de lamas mistas; 2 digestores anaeróbios a quente; 1 tanque de lamas digeridas; 2 centrífugas; 2 silos de armazenamento de lamas; 1 silo de cal. Associado à Fase Sólida existe ainda 1 gasómetro, 1 sistema de tratamento de biogás e 2 motores de cogeração que podem também funcionar como sistema de emergência, em situações de falha de fornecimento de energia elétrica da rede pública.

- **Tratamento de Lamas e Valorização de Biogás** As lamas geradas no tratamento primário e biológico são sujeitas a espessamento e estabilização por digestão anaeróbia a quente, seguindo-se a desidratação mecânica e armazenamento antes do envio para destino final adequado. Na digestão anaeróbia produz-se biogás que é recolhido, armazenado e, após tratamento, valorizado energeticamente num sistema de cogeração, com uma potência total de 402 kW, permitindo produzir energia elétrica e aproveitar a energia térmica para aquecimento dos digestores. Deste modo contribui-se para a redução da emissão de gases com efeito de estufa.

A SIMARSUL, com esta infraestrutura, contribui de forma sustentável, através da utilização de energia renováveis, para a preservação dos ecossistemas, para a melhoria das condições sanitárias e da qualidade de vida da população local.

Na Figura 5.5 apresentam-se os vários processos de tratamento da ETAR da Quinta do Conde.

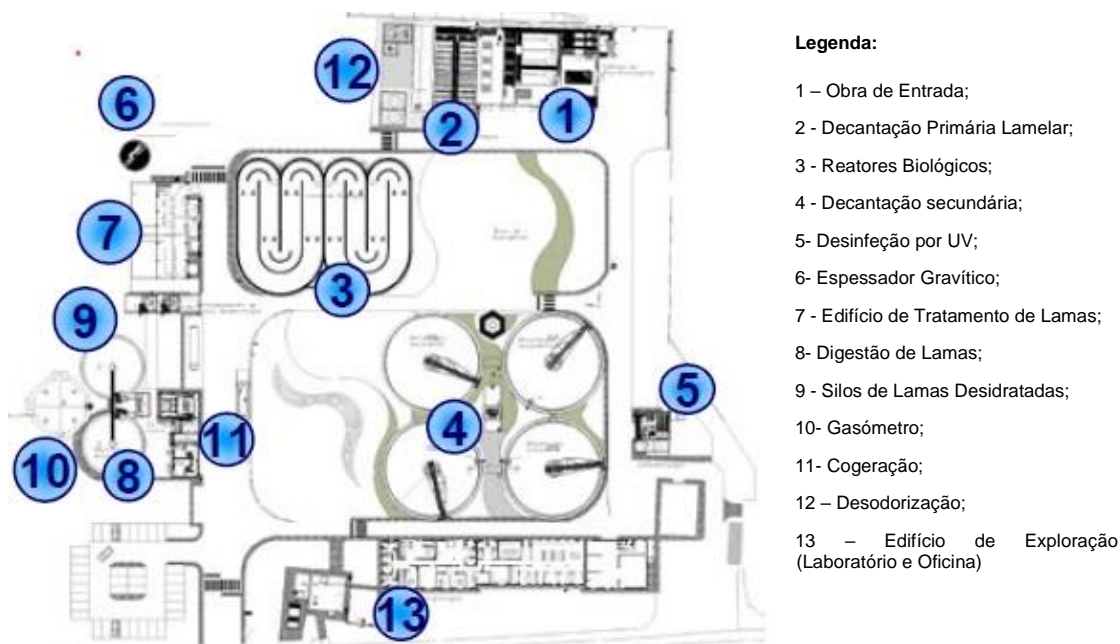


Figura 5.5 – Processos de tratamento da ETAR da Quinta do Conde

6. Metodologia

6.1 Jar-test

Com a finalidade de avaliar o potencial de remoção dos insolúveis de cal, efetuaram-se diversos ensaios com recurso ao equipamento *Jar-test*. Os ensaios com o equipamento *Jar-test* foram utilizados para misturar diferentes concentrações de insolúveis da cal e de cal comercial com as lamas em estudo. O *Jar-test* é um aparelho composto por pás giratórias, de velocidade regulável, que permite a simulação dos processos de coagulação, floculação e decantação.

Na presente dissertação foram utilizados 2 modelos diferentes de *Jar-test* da *Velp Científica*, apresentados na Figura 6.1.

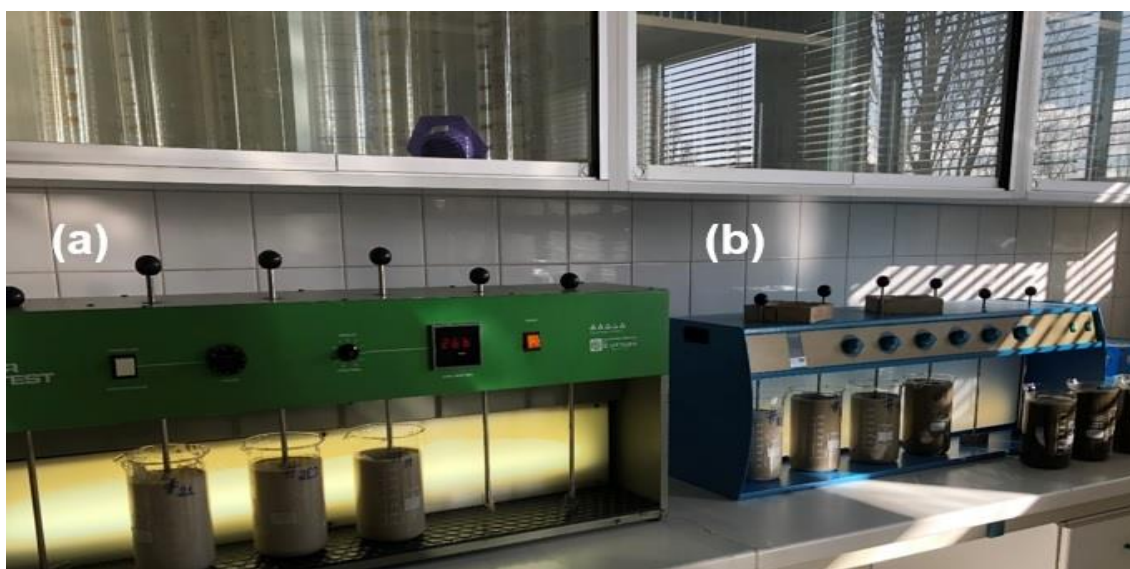


Figura 6.1 – Aparelhos *Jar-test*, modelo JLT6 (a), modelo FC6S (b).

A realização dos ensaios com o equipamento do *Jar-test* teve como objetivo facilitar o processo de mistura da cal hidratada, e dos insolúveis de cal nas lamas digeridas, não tendo, por isso, sido seguido nenhum protocolo específico, mas antes, verificados os tempos de mistura até todas as amostras apresentarem um aspeto homogêneo, aproximadamente 30 minutos para os ensaios com a cal comercial e 45 minutos para os ensaios com os insolúveis de cal.

6.2 Medições e Parâmetros

Com a finalidade de avaliar o potencial de remoção de poluição microbiológica dos insolúveis de cal, caracterizaram-se as lamas digeridas, as lamas digeridas com a adição de cal e as lamas digeridas com adição de insolúveis de cal, relativamente aos seguintes parâmetros físicos e químicos

- CQO – de modo a estimar a presença de matéria orgânica, optou-se pela análise à CQO por ser o método menos moroso (cerca de três horas) comparativamente ao teste da CBO, que tem uma duração mínima de cinco dias. Contudo, este ensaio possui como

limitação a incapacidade de distinguir matéria orgânica biologicamente oxidável de matéria orgânica biologicamente inerte;

- SST e SSV – estes parâmetros permitem determinar a quantidade de matéria sólida presente nas amostras;

Os protocolos utilizados na determinação da CQO, SST, SVS encontram-se disponíveis nos seguintes anexos:

- CQO – Anexo I;
- SST e SSV – Anexo II;

6.3 Fase 1 – Caracterização dos insolúveis de cal e da cal comercial

6.3.1 Caracterização dos insolúveis de Cal

O coagulante em estudo – insolúveis de cal – é um subproduto da produção de água de cal na ETA da Asseiceira. Os insolúveis da cal são uma solução de sedimentação rápida, onde o principal agente da suspensão é o cálcio.

Após receção da amostra no laboratório de processo da Faculdade de Ciências e Tecnologia – U.N.L., esta foi armazenada na arca frigorífica a 5°C. Procedeu-se à sua caracterização através da determinação da CQO, dos SST e SSV da amostra, representados na figura 6.2 de acordo com os protocolos anteriormente referidos, com a finalidade de despistar qualquer tipo de contaminação.

Analisou-se, também, a composição iónica dos insolúveis da cal (Anexo III) pois foi esta, que possibilitou avaliar o teor de cálcio presente nos insolúveis, fundamental para a trabalho efetuado. Todos os ensaios laboratoriais foram realizados em triplicado.

6.3.2 Caracterização da cal comercial

Procedeu-se à determinação da CQO da cal comercial, com a finalidade de obter informação complementar em relação a este reagente. Considerou-se que a cal comercial se encontrava desprovida de humidade, pelo que a quantidade de sólidos introduzidos na água residual é igual à quantidade de coagulante doseado.



Figura 6.2 – Rótulos da cal comercial utilizada

6.3.3 Composição Iónica dos Insolúveis de Cal e Doseamento

6.3.3.1 Composição Iónica

O cálcio é o principal agente presente nos insolúveis de cal responsável pela coagulação da água residual, sendo a sua concentração o fator de dosagem. Os resultados da análise à componente iónica da amostra estão representados na tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Composição iónica dos insolúveis de Cal

| Amostra | Parâmetros | | média | |
|---------|------------|--------|--------|-------|
| | Sódio | Cálcio | | |
| | g/100g | g/100g | g/100g | g/1kg |
| A | nq | 1,394 | 1,475 | 14,75 |
| B | nq | 1,556 | | |

De acordo com a composição iónica dos insolúveis de cal e conhecendo a da cal comercial através do rótulo da embalagem representado na figura 6.3, estabelecemos uma relação entre a quantidade de cálcio de cada um destes coagulantes (Tabela 6.2).

Tabela 6.2 – Quantidade de cálcio dos insolúveis de cal e da cal comercial

| Coagulante | Cálcio (g/1kg) |
|-------------------|----------------|
| Insolúveis de Cal | 14,75 |
| Cal Hidratada | 960 |

6.3.3.2 Doseamento

Sendo a higienização de lamas, a etapa em estudo, foram utilizadas várias percentagens de doseamento, sabendo-se que, à escala industrial, a mais utilizada é da ordem de 30%, em matéria seca. Primeiramente fizeram-se os ensaios com doseamentos de 10%, 20%, 30%, 40% e 50 %, e, posteriormente, para complementar os resultados obtidos, optou-se por percentagens inferiores a 10% e superiores a 50% (2%, 3%, 5%, 70% e 80%).

Nesta fase já se conheciam os resultados da análise à composição iónica dos insolúveis da cal (Anexo III).

O doseamento de quantidades idênticas de cal e de insolúveis da cal, permitiu comparar os dois reagentes. Na Tabela 6.3 resumem-se as quantidades de insolúveis da cal e de cal comercial doseadas nas lamas digeridas. Selecionaram-se, ainda, diferentes percentagens de higienização, onde 0% corresponde às lamas brutas. Nas figuras 6.3 e 6.4 estão representadas as quantidades mínimas e máximas de insolúveis de cal e cal comercial, respetivamente.

Tabela 6.3 – Quantidades de insolúveis de cal e cal comercial adicionadas às lamas nos diferentes níveis de higienização

| Higienização (%) | 0% | 2% | 3% | 5% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 70% | 80% |
|-----------------------|----|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Insolúveis de Cal (g) | 0 | 12,57 | 18,86 | 31,44 | 62,87 | 125,74 | 188,62 | 251,49 | 314,36 | 440,10 | 502,97 |
| Cal comercial (g) | 0 | 0,19 | 0,28 | 0,46 | 0,93 | 1,85 | 2,78 | 3,71 | 4,64 | 6,49 | 7,42 |

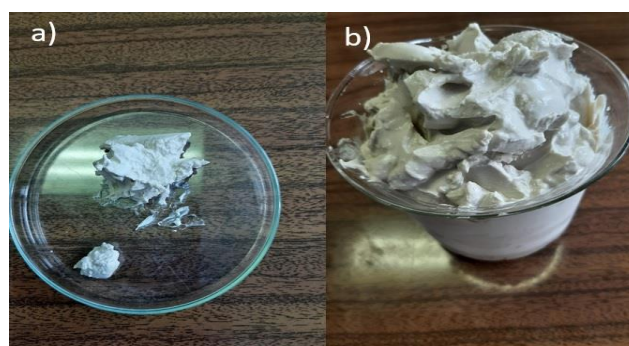


Figura 6.3 – Quantidade mínima (a) e máxima (b) de insolúveis de cal utilizados



Figura 6.4 – Quantidade mínima (a) e máxima (b) de cal comercial utilizada

6.4 Fase 2 – Caracterização das Lamas

6.4.1 Caracterização das lamas digeridas

No dia 12 de janeiro de 2021, foi recolhida uma amostra de lamas digeridas na ETAR da Quinta do Conde de 30L de lamas digeridas e posteriormente armazenadas, no laboratório do DCEA da FCT NOVA, numa arca frigorífica a 5°C. No dia seguinte procedeu-se à sua caracterização. Efetuaram-se os ensaios onde se determinou a CQO, SST E SVS, de acordo com os protocolos apresentados nos anexos I e II, respetivamente.

Para a análise da CQO, efetuou-se uma diluição da amostra, de maneira a que a matéria orgânica presente nas lamas não consumisse na totalidade o dicromato de potássio, impossibilitando assim a determinação da CQO.

Deste modo, pipetou-se 2,5 mL de amostra para um balão volumétrico de 100 mL, perfazendo-o com água destilada. Homogeneizou-se o conteúdo do balão e fez-se uma toma de 10mL para a determinação. Posteriormente, efetuou-se a determinação dos SST e SSV.

6.5 Fase 3 - Misturas

Na fase das misturas, com recurso ao equipamento *Jar-Test*, representado na Figura 6.5, realizaram-se análises a 21 amostras, lama digerida bruta, 10 amostras de lamas digeridas, com diferentes quantidades de insolúveis de cal, e 10 amostras com diferentes quantidades de cal comercial. Tendo sempre em conta, e com o auxílio da composição iónica dos insolúveis de cal, que a *amostra x* com insolúveis de cal teria de ter uma concentração de cálcio igual à *amostra y* com cal comercial.

Os Insolúveis de cal e cal comercial foram pesados e adicionados a diferentes copos de 1000 mL de lamas digeridas, e colocados no equipamento *Jar-test* em agitação rápida, até os diferentes coagulantes estarem completamente dissolvidos.

Caracterizaram-se todas as amostras em relação à CQO, SST e SSV e estas foram posteriormente enviadas para o Labiagro (Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico), para a análise microbiológica referente aos organismos patogénicos *Escherichia coli* e Bactérias Coliformes termotolerantes (Figura 6.6).

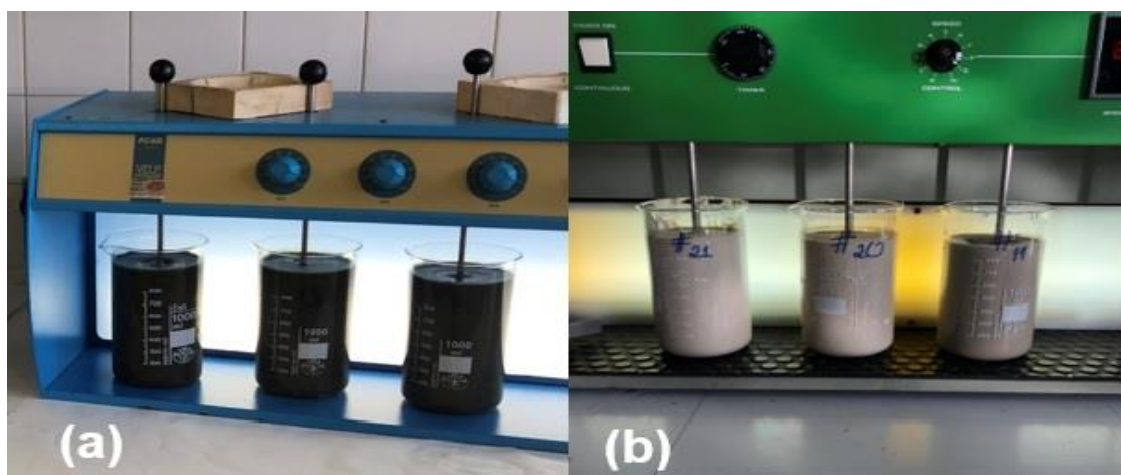


Figura 6.5 – Mistura de amostras com lamas e cal comercial (a), com lamas e insolúveis de cal (b), com recurso ao equipamento Jar-test



Figura 6.6 – Preparação das amostras para envio

7. Resultados e Discussão

7.1 Fase 1

7.1.1 Caracterização dos insolúveis de cal

A caracterização dos insolúveis de cal apresenta-se na Tabela 7.1. Esta foi a amostra de insolúveis de cal utilizada em todas as fases da presente dissertação, com exceção da Fase 2.

Tabela 7.1 – Parâmetros referentes aos insolúveis de cal

| Parâmetro | Unidades | Valor |
|------------|----------------------------------|-------|
| CQO | mgO ₂ L ⁻¹ | 36 |
| SST | g/L | 2,22 |
| SSV | g/L | 0,24 |

De acordo com a sua origem, seria expectável que a amostra de insolúveis de cal não apresentasse valores de CQO ou apresentasse um valor próximo de zero. Tal não se verificou, indicando a presença de substâncias quimicamente oxidáveis.

7.1.2 Caracterização da cal comercial

A caracterização da cal comercial apresenta-se na Tabela 7.2. Esta foi a amostra de cal comercial utilizada em todas as fases da presente dissertação, com exceção da Fase 2.

Tabela 7.2 – Parâmetros referentes à cal comercial

| Parâmetro | Unidades | Valor |
|------------|----------------------------------|-------|
| CQO | mgO ₂ L ⁻¹ | 4 |
| SST | g/L | * |
| SSV | g/L | * |

*cal comercial encontra-se seca, a quantidade de sólidos totais é igual à quantidade doseada

A amostra encontra-se praticamente isenta de CQO, indicando o cumprimento de todos os requisitos de qualidade e segurança aquando da sua produção e armazenamento.

Considerou-se que a cal comercial se encontrava desprovida de humidade, pelo que a quantidade de sólidos introduzidos à água residual foi igual à dosagem de coagulante aplicada.

7.2 Fase 2

7.2.1 Caracterização das lamas digeridas

A caracterização das lamas primárias da ETAR da Quinta do Conde encontra-se na Tabela 7.3. Esta foi a amostra utilizada na fase 3 da presente dissertação.

Tabela 7.3 – Parâmetros referentes às lamas digeridas

| Parâmetro | Unidades | Valor |
|------------|----------|--------|
| CQO | g/L | 44,999 |
| SST | g/L | 9,66 |
| SSV | g/L | 8,57 |

7.3 Fase 3 – Misturas

A fase 3 corresponde à fase de misturas das lamas digeridas com insolúveis de cal e com cal comercial. O doseamento dos dois coagulantes foi feito com base na tabela 6.3 do capítulo 6. De maneira a comparar a eficiência dos insolúveis da cal relativamente à cal comercial, converteram-se as doses de insolúveis de cal em cal comercial e procedeu-se aos ensaios.

7.3.1 Parâmetros microbiológicos

7.3.1.1 *Escherichia coli* e Coliformes Termotolerantes

Nos ensaios relativos às misturas, os parâmetros microbiológicos determinados, por forma a avaliar a eficiência da higienização, foram a *Escherichia coli* e os Coliformes Termotolerantes. A Tabela 7.4 resume os resultados que decorreram das misturas de lamas digeridas com os insolúveis de cal e a tabela 7.5 resume os resultados das misturas de lamas digeridas com cal comercial.

Tabela 7.4 – Resultados das análises das lamas digeridas condicionadas com insolúveis de cal em relação à *Escherichia coli* e coliformes Termotolerantes

| Higienização (%) | Insolúveis de Cal (g) | <i>Escherichia coli</i> (ufc/g) | Coliformes Termotolerantes (ufc/g) |
|------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 0 | 0 | 16 000 | 64 000 |
| 2 | 12,57 | 2 400 | 4 500 |
| 3 | 18,86 | 3 000 | 6 000 |
| 5 | 31,44 | 1 500 | 3 400 |
| 10 | 62,87 | 390 | 450 |
| 20 | 125,74 | <10 | <10 |
| 30 | 188,62 | <10 | <10 |
| 40 | 251,49 | <10 | <10 |
| 50 | 314,36 | <10 | <10 |
| 70 | 440,10 | <10 | <10 |
| 80 | 502,97 | <10 | <10 |

Tabela 7.5 – Resultados das análises das lamas digeridas condicionadas com Cal comercial em relação à *Escherichia coli* e coliformes Termotolerantes

| Higienização | Cal comercial (g) | <i>Escherichia coli</i> (ufc/g) | Coliformes Termotolerantes (ufc/g) |
|--------------|-------------------|------------------------------------|--|
| 0 | 0 | 16 000 | 64 000 |
| 2 | 0,19 | 5 100 | 11 000 |
| 3 | 0,28 | 3 400 | 6 500 |
| 5 | 0,46 | 3 900 | 11 000 |
| 10 | 0,93 | 3 200 | 22 000 |
| 20 | 1,85 | 2 700 | 6 300 |
| 30 | 2,78 | 110 | 120 |
| 40 | 3,71 | <10 | <10 |
| 50 | 4,64 | <10 | <10 |
| 70 | 6,49 | <10 | <10 |
| 80 | 7,42 | <10 | <10 |

Nas figuras seguintes, 7.1 e 7.2, pode observar-se a influência do doseamento de insolúveis de cal e cal comercial na remoção *Escherichia coli* e de Coliformes Termotolerantes, respetivamente.

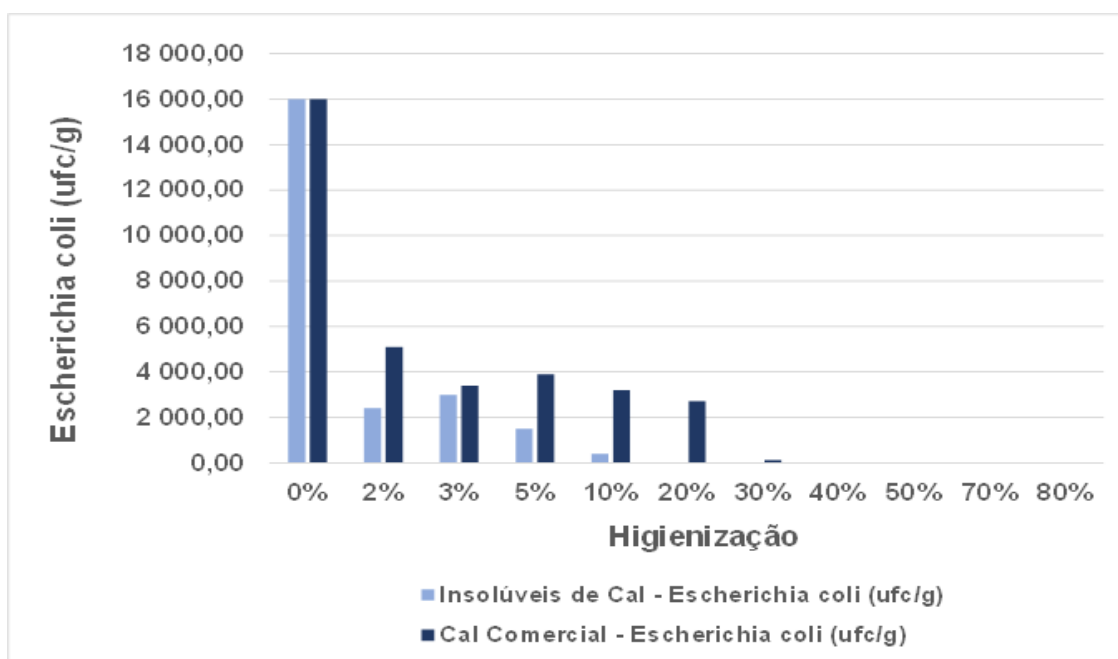


Figura 7.1 Influência do doseamento de insolúveis de cl e cal comercial na remoção de *Escherichia coli*

O doseamento de insolúveis de cal provocou uma diminuição de *Escherichia coli* nas lamas digeridas, tendo-se verificado a tendência de quanto mais elevada for a dose de insolúveis de cal menor é o valor de *Escherichia coli* obtido nas lamas. O valor mais elevado de *Escherichia coli* obtido (2400 ufc/g) foi para a dose de 12,57 gramas de insolúveis de cal (2% do peso seco), que corresponde a uma diminuição de 85% de *Escherichia coli*. A partir dos 20% de peso seco a remoção de *Escherichia coli* é quase total com uma percentagem de remoção de 99,9%.

Relativamente ao doseamento de cal comercial, ocorreu também uma diminuição de *Escherichia coli* nas lamas digeridas, tendo-se verificado igualmente a tendência de quanto mais elevada a dose de cal comercial, menor o valor de *Escherichia coli* obtido nas lamas. O valor mais elevado de *Escherichia coli* obtido (5100 ufc/g) foi para a dose de 0,19 gramas de cal comercial (2% do peso seco), a que correspondeu a uma diminuição de 68,13% de *Escherichia coli*. Ao contrário dos insolúveis de cal, apenas a partir dos 40% de peso seco a remoção de *Escherichia coli* é quase total com uma percentagem de remoção de 99,9%, no doseamento da cal comercial.

Em comparação com os ensaios com os insolúveis de cal, o doseamento de cal comercial sendo eficaz, não foi tão eficaz comparativamente ao doseamento dos insolúveis de cal na remoção de *Escherichia coli*, dado que só a partir dos 40% de peso seco é que se obtiveram percentagens de remoção próximas de 100%, enquanto no doseamento de insolúveis de cal se obtiveram essas percentagens a partir dos 20%, como está apresentado na Figura 7.1.

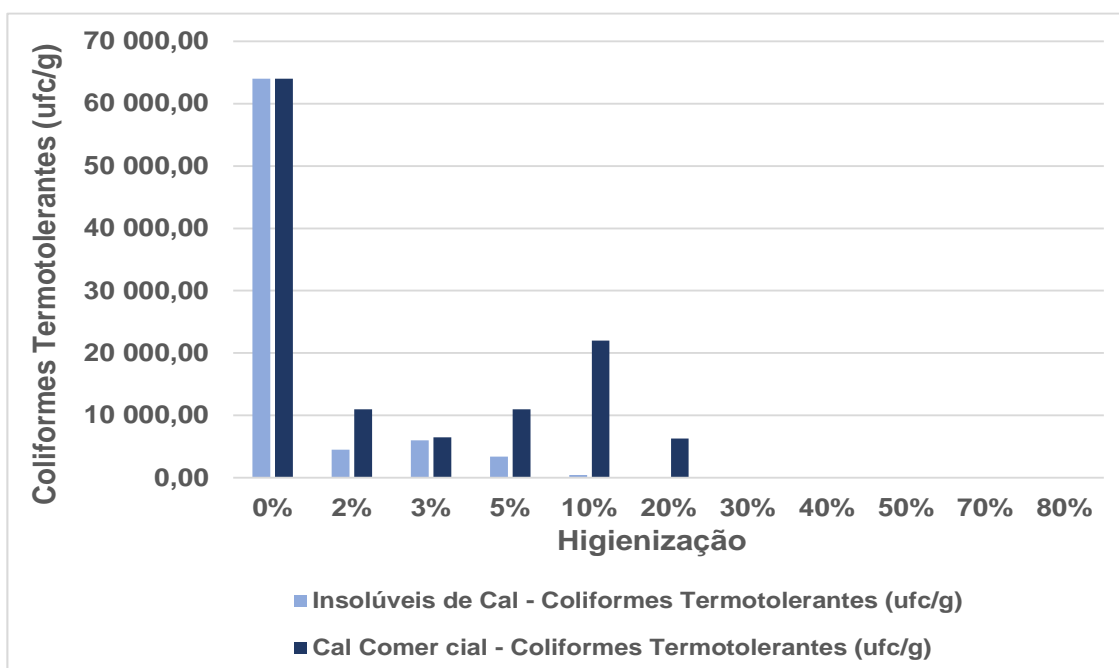


Figura 7.2 – Influência do doseamento de insolúveis de cal e cal comercial na remoção dos Coliformes Termotolerantes

O doseamento de insolúveis de cal provocou uma diminuição dos Coliformes Termotolerantes nas lamas digeridas, tendo-se verificado a tendência de quanto mais elevada a dose de insolúveis de cal, menor o número de Coliformes Termotolerantes presentes nas lamas. O valor mais elevado de Coliformes Termotolerantes (4500 ufc/g) correspondeu ao doseamento de 12,57 gramas de insolúveis de cal (2% do peso seco), a que correspondeu a uma diminuição de 92,97% de Coliformes Termotolerantes. A partir dos 20% de peso seco, a remoção de Coliformes Termotolerantes foi quase total, com uma percentagem de remoção de 99,9%.

Relativamente ao doseamento de cal comercial, ocorreu uma diminuição de Coliformes Termotolerantes nas lamas digeridas onde se verificou, também, a tendência de quanto mais elevada for a dose de cal comercial menor é o valor de Coliformes Termotolerantes obtido nas lamas, com a exceção dos 5% e 10% de peso seco onde se verificaram valores mais elevados do que nas percentagens de higienização inferiores (2% e 3%). O valor mais elevado de Coliformes obtido (11000 ufc/g), correspondeu ao doseamento de 0,19 gramas de cal comercial (2% do peso seco), com uma diminuição de 82,81% de *Escherichia coli*. A partir dos 40% de peso seco, a remoção de Coliformes Termotolerantes foi quase total, com uma percentagem de remoção de 99,9%.

Tal como na *Escherichia coli*, o doseamento de cal comercial sendo eficaz, não foi tão eficaz comparativamente ao doseamento dos insolúveis de cal na remoção de *Coliformes Termotolerantes*, dado que só a partir dos 40% de peso seco é que se obtiveram percentagens de remoção perto de 100%, enquanto no doseamento de insolúveis de cal se obtiveram essas percentagens a partir do doseamento de 20% de peso seco, como está apresentado na figura 7.2.

Inicialmente, a determinação do parâmetro *Salmonella* também foi considerada, pelo que, nos primeiros ensaios, se enviaram amostras de lamas para o laboratório para avaliar a sua presença. No entanto, tanto nas lamas brutas, como nas lamas com a adição dos dois coagulantes, não foi detetada a bactéria *Salmonella*.

A *Salmonella* não é um parâmetro monitorizado na ETAR da Quinta do Conde. Um dos fatores para a não deteção de *Salmonella*, poderá decorrer do facto da temperatura ótima para o seu crescimento, se situar entre os 35 e 37°C, isto é, uma faixa de temperaturas superior às temperaturas, que das lamas não digeridas que dentro dos digestores.

7.3.2 Parâmetros Químicos

7.3.2.1 Carência Química de Oxigênio (CQO)

Na fase das misturas, optou-se por estudar como parâmetro químico, a CQO, uma vez que é o parâmetro mais monitorizado e menos moroso. Na Tabela 7.6 estão resumidos os resultados das misturas de lamas digeridas com adição de insolúveis de cal e na tabela 7.7 estão resumidos os resultados das misturas de lamas digeridas com adição de cal comercial.

Tabela 7.6 – Resultados das análises das lamas digeridas condicionadas com insolúveis de cal em relação à CQO.

| Higienização (%) | Insolúveis de Cal (g) | Carência Química de Oxigênio (CQO) (mgO ₂ L ⁻¹) |
|------------------|-----------------------|--|
| 0 | 0 | 44 999 |
| 2 | 12,57 | 44 576 |
| 3 | 18,86 | 44 160 |
| 5 | 31,44 | 44 160 |
| 10 | 62,87 | 27 698 |
| 20 | 125,74 | 27 698 |
| 30 | 188,62 | 26 496 |
| 40 | 251,49 | 26 496 |
| 50 | 314,36 | 26 496 |
| 70 | 440,10 | 23 552 |
| 80 | 502,97 | 14 420 |

Tabela 7.7 – Resultados das análises das lamas digeridas condicionadas com cal comercial em relação à CQO.

| Higienização (%) | Cal Comercial (g) | Carência Química de Oxigênio (CQO) (mgO ₂ L ⁻¹) |
|------------------|-------------------|--|
| 0 | 0 | 44 999,61 |
| 2 | 0,19 | 47 104,00 |
| 3 | 0,28 | 47 104,00 |
| 5 | 0,46 | 47 104,00 |
| 10 | 0,93 | 47 104,00 |
| 20 | 1,85 | 47 104,00 |
| 30 | 2,78 | 42 668,00 |
| 40 | 3,71 | 42 668,00 |
| 50 | 4,64 | 27 968,00 |
| 70 | 6,49 | 27 968,00 |
| 80 | 7,42 | 27 968,00 |

Os resultados dos ensaios de Higienização para as mesmas lamas, com adição de insolúveis de cal e cal comercial são apresentados na Figura 7.3. onde se pode observar-se a influência dos dois coagulantes na remoção dos SST e SSV.

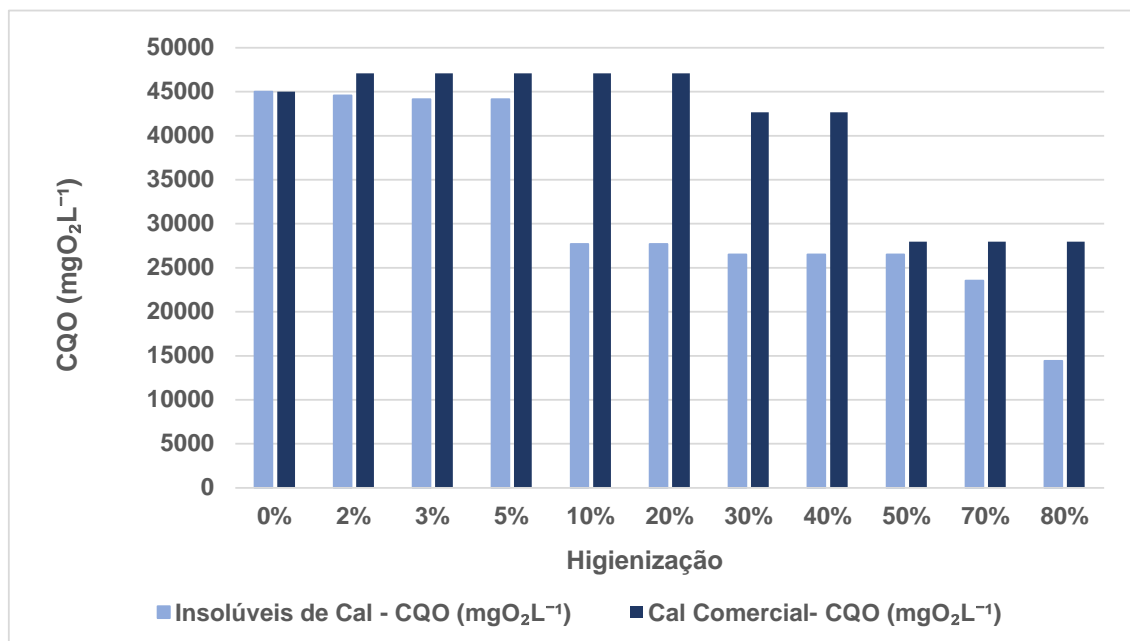


Figura 7.3 – Influência do doseamento de insolúveis de cal e cal comercial, na remoção de CQO

O doseamento de insolúveis de cal provocou uma diminuição da concentração de CQO nas lamas digeridas, onde se verificou a tendência de quanto mais elevada for a dose de insolúveis de cal menor é a concentração de CQO obtida nas lamas. A concentração mais elevada CQO (44 576 mgO₂L⁻¹) foi para a dose de 12,57 gramas de insolúveis de cal (2% do peso seco), que corresponde a uma diminuição de 0,94% da concentração de CQO presente, nas lamas. A partir dos 10% de peso seco a diminuição da concentração, é mais significativa. Nos 30% de peso seco, que corresponde a uma dose de 188,62 gramas de insolúveis de cal, a diminuição da concentração de CQO é de 41,12% e nos 80% de peso seco, que corresponde a 502,97 gramas de insolúveis de cal, a diminuição da concentração de CQO é de 67,96%, que corresponde concentração mínima de CQO, nos ensaios realizados.

Relativamente ao doseamento de cal comercial, verifica-se também uma diminuição da concentração de CQO, mas só a partir dos 30% de peso seco, ou seja, não há uma tendência, inicial, de quanto mais elevada for a dose de cal comercial menor o valor de CQO. A concentração mais elevada de CQO obtida (47 104 mgO₂L⁻¹), correspondente ao doseamento de 0,19 gramas de cal comercial (2% do peso seco), a que correspondeu a um aumento da concentração de 4,47% de CQO, aumento que ocorreu até aos 20% de peso seco. A partir dos 30% de peso seco a diminuição da concentração de CQO, é mais significativa, tal como no caso dos insolúveis de cal.

Em comparação com os ensaios com os insolúveis de cal, o doseamento de cal comercial não se revelou particularmente eficaz, não se tendo atingido diminuição de concentração de CQO significativa ao contrário dos ensaios com insolúveis de cal. No doseamento dos insolúveis de cal, a diminuição da concentração de CQO nas lamas foi maior, uma vez que houve uma diluição da concentração de CQO, com a adição dos insolúveis de cal e, conseqüentemente, com a adição de água, o que não ocorreu no doseamento de cal comercial.

7.3.3 Parâmetros físicos

7.3.3.1 SST e SSV

Na fase das misturas, optou-se por estudar como parâmetros físicos os sólidos suspensos totais e voláteis. Na Tabela 7.8 estão resumidos os resultados das misturas de lamas digeridas com adição de insolúveis de cal, e, na tabela 7.9 estão resumidos os resultados das misturas de lamas digeridas com adição de cal comercial em relação aos sólidos suspensos.

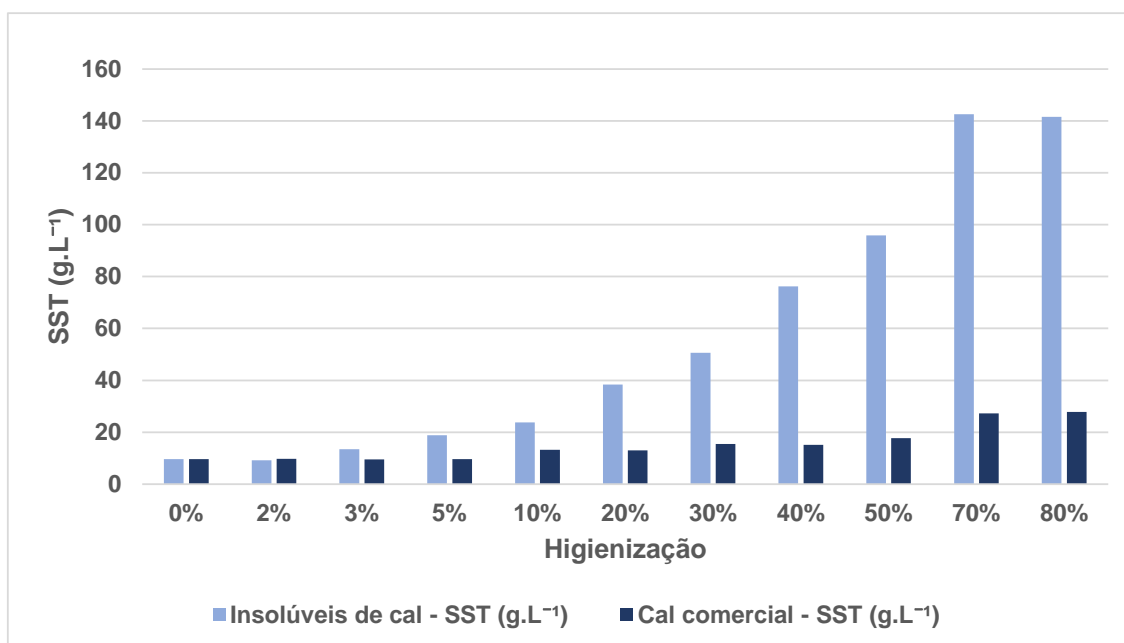
Tabela 7.8 - Resultados das análises das lamas digeridas condicionadas com insolúveis de cal em relação aos SST e SSV

| Higienização (%) | Insolúveis de Cal (g) | SST (g.L ⁻¹) | SSV (g.L ⁻¹) |
|------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | 0 | 9,66 | 8,57 |
| 2 | 12,57 | 9,14 | 8,01 |
| 3 | 18,86 | 13,49 | 7,79 |
| 5 | 31,44 | 18,80 | 7,76 |
| 10 | 62,87 | 23,81 | 10,35 |
| 20 | 125,74 | 38,32 | 8,99 |
| 30 | 188,62 | 50,60 | 9,35 |
| 40 | 251,49 | 76,20 | 8,02 |
| 50 | 314,36 | 95,85 | 8,24 |
| 70 | 440,10 | 142,56 | 10,8 |
| 80 | 502,97 | 141,55 | 9,61 |

Tabela 7.9 - Resultados das análises das lamas digeridas condicionadas com cal comercial em relação aos SST e SSV

| Higienização (%) | Cal Comercial (g) | SST (g.L ⁻¹) | SSV (g.L ⁻¹) |
|------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | 0 | 9,66 | 8,57 |
| 2 | 0,19 | 9,69 | 8,01 |
| 3 | 0,28 | 9,56 | 7,79 |
| 5 | 0,46 | 9,64 | 7,76 |
| 10 | 0,93 | 13,19 | 10,35 |
| 20 | 1,85 | 13,03 | 8,99 |
| 30 | 2,78 | 15,45 | 9,35 |
| 40 | 3,71 | 15,07 | 8,02 |
| 50 | 4,64 | 17,69 | 8,24 |
| 70 | 6,49 | 27,27 | 10,8 |
| 80 | 7,42 | 27,84 | 9,61 |

Os resultados dos ensaios de higienização para as mesmas lamas, com adição de insolúveis de cal encontram-se nas Figura 7.4 e na Figura 7.5, onde pode observar-se a influência dos dois



coagulantes na remoção dos SST e SSV.

Figura 7.4 – Relação entre a remoção ao nível dos SST entre os dois coagulantes

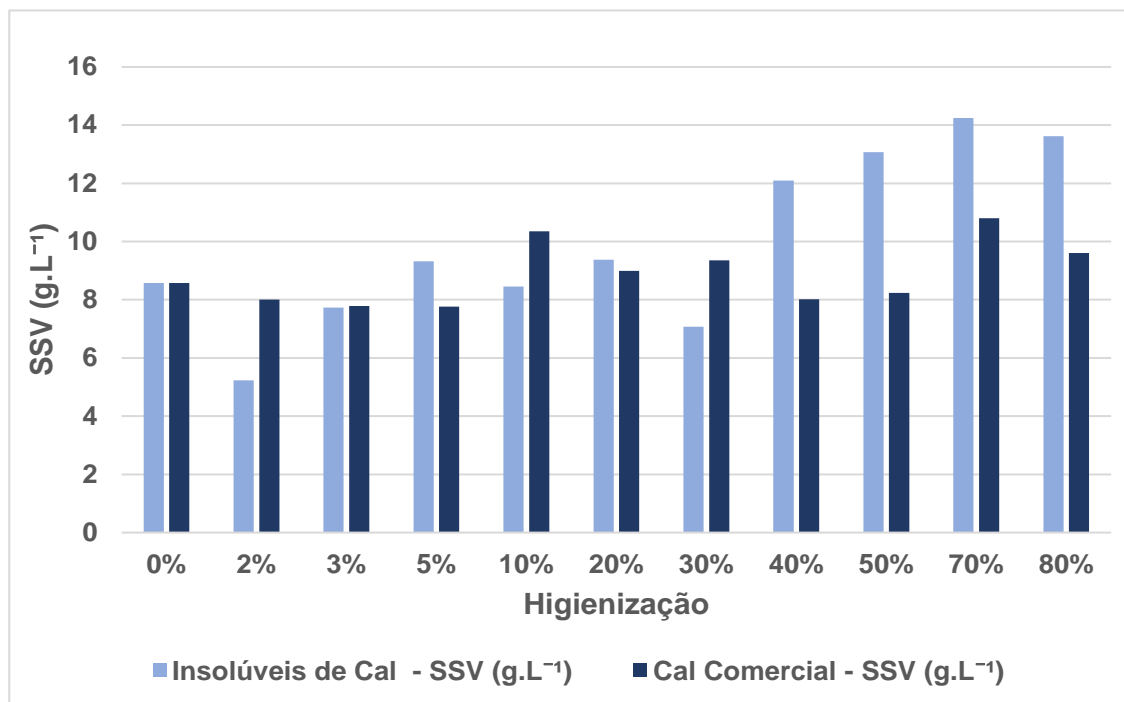


Figura 7.5 – Relação entre a remoção ao nível dos SSV entre os dois coagulantes

O doseamento de insolúveis de cal provocou um aumento dos SST nas lamas digeridas (figura 7.4), onde se verificou a tendência de quanto mais elevada for a dose de insolúveis de cal adicionada, maior é o valor de SST obtidos nas lamas, o que era expectável uma vez que, ao dosear-se o coagulante estar-se-iam a adicionar sólidos às lamas. O valor mais elevado SST (9,14 g.L⁻¹) foi para a dose de 12,57 gramas de insolúveis de cal (2% do peso seco), que corresponde a uma diminuição de 5,39%. A partir de 3% do peso seco, houve sempre um aumento do valor dos SST, com um aumento máximo de 93,18%.

Relativamente aos SST (Figura 7.4), o doseamento de cal comercial provocou um aumento menor, do que com o doseamento de insolúveis de cal, com uma diminuição de sólidos apenas de 2,3 e 5% de peso seco, tendo aumentado, nas percentagens de higienização superiores, o que também era expectável, uma vez que tal como na adição de insolúveis de cal, também o aumento do doseamento de cal, aumentou o valor dos SST nas lamas.

Tal como nos SST, também o doseamento dos dois coagulantes provocou um aumento do valor dos SSV, ou seja, há uma tendência de, quanto mais elevada for a dose de coagulante adicionado maior o valor de sólidos suspensos.

Em comparação com os outros parâmetros o doseamento de insolúveis da cal e o doseamento de cal comercial não se revelou eficaz na melhoria da remoção dos sólidos suspensos nas lamas digeridas estudadas, uma vez que o aumento das doses doseadas (tabela 6.4), provocam o aumento do teor de sólidos nas lamas.

8. Conclusões

As principais conclusões da presente dissertação, incluem:

- A utilização de qualquer dos coagulantes, insolúveis de al e cal comercial, não se revelou eficaz na diminuição das concentrações de sólidos suspensos totais e sólidos suspensos voláteis, nas lamas estudadas;
- Ao doseamento de insolúveis de cal, está associada a diminuição da concentração de CQO nas lamas, tendo-se obtido reduções entre os 41 e 68%, em consequência do efeito de diluição;
- A diminuição da concentração de CQO nas lamas, associada ao doseamento de cal comercial, foi inferior, comparativamente com o doseamento de insolúveis de cal, tendo-se obtido resultados sempre inferiores a 50%;
- Relativamente aos organismos patogénicos em estudo, *Escherichia coli* e Coliformes Termotolerantes, quer o doseamento de insolúveis de cal, quer de cal comercial revelou-se, bastante eficaz na sua remoção;
 - O doseamento de insolúveis de cal, permitiu remoções de 99,9%, a partir do doseamento de 20%, em peso seco, de qualquer dos microrganismos;
 - O doseamento de cal comercial, permitiu remoções de 99,9% a partir do doseamento de 40%, em peso seco, de qualquer dos microrganismos;
- O recurso aos insolúveis da cal mostrou ser mais eficaz do que a cal comercial na higienização das lamas, e na redução dos valores de concentração da CQO, nas lamas digeridas.

Como recomendação para a realização de estudos futuros, deverá ser realizado um estudo técnico-económico de maneira a aferir a viabilidade económica da utilização dos insolúveis da cal.

9. Referências Bibliográficas

- Agência Portuguesa do Ambiente (APA). (2015). PENSAAR 2020. Em *PENSAAR 2020-Uma nova Estratégia para o Setor de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais* (Vol. 2). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Águas de Portugal. (n.d.). ETA da Asseiceira, Tomar. Retrieved from <http://www.adpinternacional.com/pt/?id=61&img=79&bl=11>
- Alves, C. (2010). *Tratamento de águas de Abastecimento* (3.ª Edição)
- American Water Works Association. (2003). *Water treatment* (3rd edition).
- Andreoli, C. V., Lara, A. I. de, Lopes, D. D., Morite, D. M., Pegorini, E. S., Fernandes, F., ... Soccol, V. T. (2007). Sludge Treatment and Disposal. Em *Introduction to Wastewater Treatment Processes*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-576550-3.50010-2>
- Bazzaoui, R., Fraikin, L., Gros Lambert, S., Salmon, T., Crine, M., & Léonard, A. (2011). *Impact of sludge conditioning on mechanical dewatering and convective drying*. Obtido de http://www.uibcongres.org/imgdb/archivo_dpo11043.pdf
- Bishop, P. (1995). *Municipal Sewage Sludge: Management, Processing and Disposal*. Obtido de https://books.google.pt/books?id=U_HeEC0x6egC&pg=PA247&lpg=PA247&dq=factors+that+influence+sludge+conditioning&source=bl&ots=D41hvlEOw&sig=ACfU3U32j3wNY_GcOM_Vk_CvjE5D1U9x8Tw&hl=ptPT&sa=X&ved=2ahUKEwiQ_4S57ZTkAhWiyIUKHZTaBaoQ6AEwA3oECAkQAQ#v=onepage&q=fa
- Carlsson, B. (sem data). *An introduction to sedimentation theory in wastewater treatment*.
- Culp, R. L., Wesner, G. M., & Culp, G. L. (1978). *Handbook of advanced wastewater treatment*. Van Nostrand Reinhold Co. Ltd.
- Cunha, J. (2007). Contribuição para a melhoria do processo de espessamento de lamas primárias em etar municipal. Universidade de Coimbra. Obtido de [https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/83393/1/Dissertação de Mestrado-Joana Cunha_FINAL-corrigida.pdf](https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/83393/1/Dissertação%20de%20Mestrado-Joana%20Cunha_FINAL-corrigida.pdf)
- Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto. (1998). Regulamentação da qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. *Diário Da República: I Série*, 176, 3676–3722. Retrieved from <https://dre.pt/application/dir/pdf1sdip/1998/08/176A00/36763722.pdf>
- EPAL. (sem data). Estação de Tratamento da Asseiceira. Obtido 18 de Dezembro de 2020, de https://www.epal.pt/EPAL/menu/epal/publicações/videos/videos/defaultsource/videos/estactr_ataaguaass
- European Commission. (2001). *Disposal and recycling routes for sewage sludge Part 3 – Scientific and technical report*.
- Ginisty, P., Olivier, J., Vaxelaire, J., & Fortuny, S. (2012). *Influence of flocculation on sewage sludge thickening and dewatering*. (March 2016).

- Huron, Y., Salmon, T., Crino, M., Bladin, G., & Léonard, A. (2010). *Effect of liming on the convective drying of urban residual sludges*. (August 2009), 111–137. <https://doi.org/10.1002/apj>
- Kynch, G. J. (1952). *A theory of sedimentation*. *Transactions of the Faraday Society*, 48, 166–176.
- Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*.
- Neo Water Treatment. (2018). *Reducing Polymers In Wastewater Treatment*, *Wastewater Treatment Plant*. Obtido 22 de Dezembro de 2020, de <https://neowatertreatment.com/polymers-in-wastewatertreatment/>
- Ong, S. K. (2007). *Wastewater Engineering. Environmentally Conscious Materials and Chemicals Processing*, pp. 207–235. <https://doi.org/10.1002/9780470168219.ch8>
- PENSAAR 2020. (2015). *PENSAAR 2020* (Vol. 2).
- Pinto, A. (2018). *Valorização de insolúveis de cal na operação de decantação primária assistida em tratamento de efluentes*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Pires, M. (2015). *Análise da eficiência do processo de digestão anaeróbia de lamas da ETAR municipal do Choupal*. Dissertação de Mestrado na área científica de Engenharia Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Obtido de [https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/40218/1/Analise da eficiencia de um processo de digestao anaerobia de lamas de ETAR municipal do Choupal.pdf](https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/40218/1/Analise%20da%20eficiencia%20de%20um%20processo%20de%20digestao%20anaerobia%20de%20lamas%20de%20ETAR%20municipal%20do%20Choupal.pdf)
- Qasim, S. R., & Zhu, G. (2018). *Wastewater treatment and reuse theory and design examples: Volume 2: Post-treatment, reuse, and disposal*. *Em Wastewater Treatment and Reuse Theory and Design Examples: Volume 2: Post-Treatment, Reuse, and Disposal*. <https://doi.org/10.1201/b22366>
- Ramos, M. (2011). *Análise comparativa de sistemas de desidratação para ETAR caso de estudo: centrífugas versus filtros banda*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Obtido de https://run.unl.pt/bitstream/10362/7506/1/Ramos_2011.pdf
- Rasquilha, F. (2010). *Contribuição para o tratamento e gestão das lamas em excesso das estações de tratamento de águas residuais – caso de estudo de otimização para 4 do concelho de Elvas*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Obtido de https://run.unl.pt/bitstream/10362/4144/1/Rasquilha_2010.pdf
- Santos, F. (2011). *Otimização da Unidade de Desidratação de Lamas da Estação de Tratamento de Águas Residuais da UNICER - Santarém*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Obtido de https://run.unl.pt/bitstream/10362/10708/1/Santos_2011.pdf
- Santos, J. (2019). *Valorização de insolúveis da cal provenientes do tratamento de água para abastecimento público no espessamento de lamas de estações de tratamento de água residual*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

- Silva, A. (2015). *Estudo comparativo de sistemas de espessamento de lamas de ETAR. Dissertação de mestrado em Gestão Ambiental e Ordenamento do Território no instituto Politécnico de Viana do Castelo.* Obtido de http://repositorio.ipvc.pt/bitstream/20.500.11960/1440/1/Ana_Silva_1381.pdf
- Silva, M. (2010). *Ensaio de coagulação floculação da água residual afluenta à ETAR.*
- SIMARSUL. (n.d.). Retrieved from <https://www.simarsul.adp.pt/content/>
- Sousa, R. (2005). *ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE LAMAS DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS (ETAR). EXTRUSÃO DE LAMAS PARA APLICAÇÃO NA AGRICULTURA*
- Sperling, M. Von. (2007). *Biological Wastewater Treatment Series (Volume 2)- Basic Principles of Wastewater Treatment.*
- SUEZ Degremont. (sem data). Ampliação de ETA da Asseiceira. Obtido 19 de Dezembro de 2020, de <http://www.degremont.pt/pt/index.php/disenho-y-construccion/etap-dyc-ref/238-ampliacao-de-etada-asseiceira.html>
- SUEZ Degremont. (2019). *Anaerobic sludge digestion - Degremont® water handbook.* Obtido 19 de Dezembro de 2020, de <https://www.suezwaterhandbook.com/processes-and-technologies/liquidsludge-treatment/liquid-sludge-stabilisation/anaerobic-digestion>
- Turovskiy, I. S., & Mathai, P. K. (2006). *Wastewater Sludge Processing.* Em *Wastewater Sludge Processing.* <https://doi.org/10.1002/047179161X>
- USEPA. (1979). *PROCESS DESIGN MANUAL FOR SLUDGE TREATMENT AND DISPOSAL.*
- USEPA. (2000). *Wastewater Technology Fact Sheet Dichlorination.* Environmental Protection Agency, 1–7. https://doi.org/EPA_832-F-99-062
- USEPA. (2003). *Biosolids Technology Fact Sheet Gravity Thickening.* Obtido de http://water.epa.gov/scitech/wastetech/upload/2006_10_16_mtb_heat-drying.pdf
- van Dijk, J. C. (2007). *Drinking Water: Water Treatment Technology*
- Vesilind, P. A., Wallinmaa, S., & Martel, C. J. (1991). *Freeze–thaw sludge conditioning and double layer compression.* *Canadian Journal of Civil Engineering*, 18(6), 1078–1083. <https://doi.org/10.1139/l91-130>
- Viana, Rita. (2019). *Valorização de lamas de ETA com carvão ativado na operação de decantação primária assistida em ETAR.* Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Victor, A. (2010). *Valorização Agrícola de Lamas de ETAR: Enquadramento e Perspetivas Futuras.* 89. Obtido de https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/38551/1/Valorizacao_agricola_de_lamas_de_ETAR_Enquadramento_e_perspetivas_futuras.pdf

Anexos

Anexo I – Metodologia para determinação da CQO

Fonte: Prof.^a Doutora Maria da Conceição Santos (Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia – U.N.L.)

Princípio do método

Para a determinação do oxigénio equivalente à matéria orgânica, utiliza-se um oxidante químico forte em quantidade conhecida, como o dicromato de potássio.

A oxidação deve ser feita num meio fortemente ácido, à temperatura de ebulição e o dicromato de potássio doseado em excesso. No final da reação, quantifica-se o excedente do oxidante utilizado através de uma titulação com uma solução de sulfato ferroso amoniacal de título conhecido.

O valor da CQO é calculado a partir da quantidade de dicromato consumido pelas matérias dissolvidas e em suspensão (1mol de $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ é equivalente a 1,5mol de O_2).

Reagentes

- Ácido sulfúrico, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4 \text{ mol.L}^{-1}$;
- Ácido sulfúrico – Sulfato de prata;
- Dicromato de potássio;
- Sulfato de ferro (II) e amónio;
- Hidrogenoftalato de potássio;
- Ferroína.

Equipamento

- Aparelho de refluxo;
- Digestor: recod/6 da G. Vitaddini;
- Bureta de precisão, com 25mL de capacidade;
- Reguladores de ebulição;
- Agitador e barra magnéticos.

Procedimento

1. Dilua 10,0 mL da solução padrão de referência de dicromato de potássio em 100 mL de ácido sulfúrico e titule com a solução de sulfato de ferro (II) e amónio, na presença de 2 ou 3 gotas de indicador ferroína;

2. Faça uma toma de 10,0 mL de amostra (diluída se necessário) para um tubo do aparelho de refluxo, adicionando 5,00 mL da solução de dicromato de potássio e alguns reguladores de ebulição, agitando cuidadosamente;
 3. Junte lentamente e com precaução 15 mL da mistura de ácido sulfúrico com sulfato de prata, fechando de imediato o tubo de ensaio com o refrigerante;
 4. Leve a mistura reacional à ebulição em 10 minutos e continue a ebulição durante mais 110 minutos, mantendo a mistura reacional a $148^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$;
 5. Arrefeça o tubo em água fria até atingir os 60°C , lavando simultaneamente o refrigerante com uma pequena quantidade de água.
 6. Retire o refrigerante e dilua a mistura reacional a cerca de 75mL. Arrefeça até à temperatura ambiente;
 7. Titule o excesso de dicromato com a solução de sulfato de ferro (II) e amónio, na presença de 1 ou 2 gotas da solução indicadora de ferroína.
- Ensaio em branco:
Efetuar em paralelo dois ensaios em branco com cada série de determinações, seguindo o procedimento de determinação da CQO, substituindo a toma de amostra por 10,0 mL de água destilada.

Cálculos

- A carência química de oxigénio, expressa em miligramas por litro, é dada pela seguinte equação:

$$CQO (mgO_2.L^{-1}) = \frac{8000 \cdot c \cdot (V_1 - V_2)}{V_0}$$

Onde:

8000 – massa molar, em miligrama por litro, de $\frac{1}{2}$ de O_2 ;

c – concentração, em moles por litro, da solução de sulfato de ferro (II) e amónio;

V_0 – volume, em mililitros, da toma para ensaio antes da diluição;

V_1 – volume, em mililitros, da solução de sulfato de ferro (II) e amónio consumida no ensaio em branco;

V_2 – volume, em mililitros, da solução de sulfato de ferro (II) e amónio consumida no ensaio com a amostra.

- ❖ A concentração, c , expressa em moles por litro, da solução de sulfato de ferro (II) e amónio, é dada pela fórmula:

$$c = \frac{10,0 \cdot 0,04 \cdot 6}{V} = \frac{2,4}{V}$$

Onde V é o volume, em mililitros, da solução de sulfato de ferro (II) e amónio consumida na titulação determinada no ponto 1. do procedimento.

Anexo II – Metodologia para determinação de Sólidos

Fonte: Prof.^a Doutora Maria da Conceição Santos (Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia – U.N.L.)

Sólidos Suspensos Totais (SST)

Princípio do método

A determinação dos sólidos suspensos totais realiza-se através da filtração e secagem de uma amostra de volume conhecido, num cadinho previamente tarado.

Equipamento

- Cadinho de porcelana;
- Balança analítica: modelo AG204 da Mettler Toledo;
- Estufa: modelo OF-11E da Lab. Companion;
- Exsicador;
- Membrana de microfibras de vidro do tipo MFV3 da Filter-Lab, equivalente ao GF/C da Whatman;
- Filtração em vácuo, composta por:
 - Copo;
 - Porta-filtros;
 - Bomba: modelo N035AN.18 da KNF;
 - Kitasato;
 - Frasco de 3 tubuladuras;
 - Garras.
- Forno de mufla: modelo K114 da Heraeus Instruments.

Procedimento

1. Coloque um cadinho de porcelana na estufa a 103-105°C durante 1 a 2 horas;
2. Retire o cadinho para o exsicador e espere que arrefeça;
3. Pese o cadinho na balança analítica e registre o seu peso (A) (g);
4. Meça, com pipeta, um volume V (mL) de amostra para o cadinho;
5. Leve a evaporar a amostra em banho-maria;
6. Após a amostra ter-se evaporado, coloque o cadinho na estufa a 103-105°C durante 1 a 2 horas;
7. Retire o cadinho para o exsicador e espere que arrefeça;
8. Pese o cadinho em balança analítica (B1);
9. Volte a colocar o cadinho na estufa durante 1 a 2 horas;
10. Retire o cadinho para o exsicador e espere que arrefeça;
11. Pese o cadinho em balança analítica (B2);

12. Se $B_1 - B_2 < 0,5\text{mg}$, considere B_2 o peso final (B) (g). Caso contrário repita o procedimento descrito nas etapas 9 a 11, até obter um peso que não difira do anterior mais de 0,5mg.

Cálculos

$$SST(mg.L^{-1}) = \frac{(B - A)}{V_{amostra}} * 10^6$$

Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)

Procedimento

1. Coloque a cápsula, com a membrana filtrante e SST secos, na mufla a 550°C durante 1 hora;
2. Retire para exsiccador e espere que arrefeça;
3. Pese a cápsula na balança analítica (C') (g);
4. Calcule SSV;

$$SSV(mg.L^{-1}) = \frac{(B' - C')}{V_{amostra}} * 10^6$$

Anexo III – Análise à composição iónica da amostra de insolúveis de cal

Laboratório de Análises - REQUIMTE
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Nova de Lisboa
2829-516 Caparica

| | |
|------------------------------|--|
| Código de Cliente | Professor Pedro Mano |
| Entidade | DCEA - FCT NOVA |
| Morada | Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa , 2829-516 Caparica, Portugal |
| Orçamento: | - |
| Requisição/Nota de Encomenda | - |

Relatório de Ensaio

| REF. da Análise | Data da Análise |
|-----------------|-----------------|
| 201C041 | 10-07-2020 |

| Parâmetros | Técnica Analítica | Referências/Método Analítico | Requisitos do Cliente |
|---|---|--|--|
| Li ⁺ ; NH ₄ ⁺ ; Na ⁺ ; Mg ²⁺ ; K ⁺ ; Ca ²⁺ . | HPLC/IC-CD - cromatografia iónica com deteção de condutividade. | Interno - Equipamento: DIONEX ICS3000 Coluna Thermo Ionpac CS16 250x4 mm + précoluna 48 mM MSA 1 ml/min T 30°C Vinj 10 µl Detetador Condutividade. | Amostra conservada à temperatura ambiente. |

| Parâmetros | | |
|------------|--------|--------|
| Amostra | Sódio | Calcio |
| | g/100g | g/100g |
| A | nq | 1,394 |
| B | nq | 1,556 |

| | |
|--------|---|
| Notas: | Preparação: Colocaram-se duas frações da amostra de 1,2137 g e 1,2334 g, A e B, respetivamente, em cerca de 60 mL de água, sob agitação cerca de 120 minutos. Ajustou-se a suspensão a 100 mL em balão. Filtrou-se uma alíquota e injectou-se. Os resultados são apresentados em g de analito por 100 g de amostra. |
| | nq - detetado, não quantificado. |
| | Analito identificado por comparação com o tempo de retenção dos padrões ±0,1 minutos. |

O Técnico

28-07-2020

Nuno Costa
Nuno Costa

Anexo IV – Composição química da cal comercial

Tabela 0.1 – Composição química da cal comercial

| Composto Químico | Percentagem (%) |
|-------------------|-----------------|
| Ca(OH)_2 | mínimo 96 |
| CaCO_3 | máximo 3 |
| HCl | máximo 0,1 |
| Cl | máximo 0,005 |
| SO_4 | máximo 0,2 |
| Pb | máximo 0,005 |
| Fe | máximo 0,05 |
| Oxalato de amónia | máximo 2,5 |

Anexo V – Análises microbiológicas



Química Analítica e Microbiologia

TagusPark - Av. Prof. Cárrego Silva, nº35 - Estância-G

2790-120 Oeiras

Tel: 21 423 0007 - Fax: 21 423 0008

Email: labiagro@tagus.pt

Site: www.labiagro.pt

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Assinatura do autor por LABIAGRO
<labiagro@tagus.pt> Versão desconhecida
Digitally signed by LABIAGRO
Date: 2021.02.26 11:12:48 WET

RELATÓRIO DE ENSAIO: 2018.M/21

Amostra Nº: 2018.M/21

Relatório Definitivo

Versão 1

Identificação do cliente

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA), 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #1

| Data de Receção | Data de Início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 25 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|--|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> /B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | 1,6E+04 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-060:1996 (*) | 6,4E+04 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos acetalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI – Procedimento Interno

PNT – Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ – Laboratório de Química

LM – Laboratório de Microbiologia

LQ – Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os(s) resultado(s) apresentado(s) neste Relatório de ensaios apenas se refere(m) à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e balço foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod.101/M/21

Página 1 de 1

Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda.

Soc. por Quotas - Cont. nº 505 025 450 - N. R. C. de Oeiras nº 13 499 - Cap. Social de 1,000,000 Euros



Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Resolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #2

| Data de Receção | Data de Início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 25 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | 7,2E+03 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-060:1996 (*) | 2,2E+04 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os(s) resultado(s) apresentado(s) neste Relatório de ensaios apenas se refere(m) à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado a balcão foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod:101/N01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Recepção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #3

| Data de Recepção | Data de Início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 25 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|--|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> /B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | 2,7E+03 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-060:1996 (*) | 6,3E+03 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos mencionados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PI/T - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem(n) à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod.101/M/01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #4

| Data de Receção | Data de início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 25 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | 1,1E+02 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-050:1996 (*) | 1,2E+02 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNV - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod:101/M01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16h00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #5

| Data de Receção | Data de início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 24 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-050:1996 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Dedicação: O(s) resultado(s) apresentado(s) neste Relatório de ensaios apenas se refere(m) à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod.101/M01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #6

| Data de Receção | Data de início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 24 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-060:1996 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod.101/V01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #7

| Data de Receção | Data de início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 24 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | 3,9E+02 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-050:1996 (*) | 4,5E+02 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Dedicação: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod.101/M01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16:00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #8

| Data de Receção | Data de início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 24 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 09-050:1996 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuadas não se encontram no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod:101/V01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Identificação do cliente

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #9

| Data de Receção | Data de Início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 24 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-050:1996 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Dedicação: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod.101/V01

Página 1 de 1



Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Receita: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #10

| Data de Receção | Data de Início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 24 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-060:1996 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNV - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Dedicação: Os(s) resultado(s) apresentado(s) neste Relatório de ensaios apenas se refere(m) à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não se re integra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod:101/M/21

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #11

| Data de Receção | Data de Início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 24 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-050:1996 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

L.Q. - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod.101/M/01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #12

| Data de Receção | Data de início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 25 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | 5,1E+03 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-050:1996 (*) | 1,1E+04 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNV - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agrolimnológico e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuadas não se encontram no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos e sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod 101/M/01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 25 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #13

| Data de Receção | Data de Início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 25 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio Efetuado / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 15649-2:2001 (*) | 3,4E+03 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-050:1996 (*) | 6,5E+03 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não se re-Integra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod:101/01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #14

| Data de Receção | Data de Início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 25 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | 3,9E+03 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-050:1996 (*) | 1,1E+04 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod.101/M/21

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)**Morada:** Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica**Identificação da amostra****Tipo de amostra:** Lamas**Recolha:** Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica**Dados Complementares:** Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00**Receção da amostra:** Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.**Referência do cliente:** Lamas de ETAR #15

| Data de Receção | Data de início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 24 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-060:1996 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de MicrobiologiaTatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuadas não se encontram no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod.101/M/01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #16

| Data de Receção | Data de início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 24 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-050:1996 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agrolimite e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuadas não se encontram no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhar e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod.101/M/01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #17

| Data de Receção | Data de início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 25 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | 2,4E+03 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-050:1996 (*) | 4,5E+03 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Dedicação: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labdiagro.

Mod 101/01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 25 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #18

| Data de Receção | Data de início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 25 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16648-2:2001 (*) | 3,0E+03 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-060:1996 (*) | 6,0E+03 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os(s) resultado(s) apresentado(s) neste Relatório de ensaios apenas se refere(m) à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não se faz integral, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuadas não se encontram no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são de responsabilidade do Labiagro.

Mod.101/M/01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #19

| Data de Receção | Data de início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 25 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio Efetuado / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | 1,5E+03 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-060:1996 (*) | 3,4E+03 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuadas não se encontram no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod.101/M/01

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #20

| Data de Receção | Data de início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 24 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 15649-2:2001 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-050:1996 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Declaração: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuadas não se encontram no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod: 101/M/21

Página 1 de 1

Porto Salvo, 26 de Fevereiro de 2021

Relatório Definitivo

Identificação do cliente

Versão 1

Nome: Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT - UNL)

Morada: Lab 245, Edifício Departamental, Dep Ciências e Engenharia do Ambiente (DCEA) 2829-516
Caparica Campus da Caparica

Identificação da amostra

Tipo de amostra: Lamas

Recolha: Da responsabilidade do cliente - Local da Colheita: Lab 245 Ed. Departamental FCT Monte da Caparica

Dados Complementares: Data e hora da colheita: 22 de Fevereiro de 2021 às 16H00

Receção da amostra: Acondicionada em saco esterilizado. Estado de Conservação: Refrigerada.

Referência do cliente: Lamas de ETAR #21

| Data de Receção | Data de Início do(s) ensaio(s) | Data de conclusão do(s) ensaio(s) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 23 de Fevereiro de 2021 | 23 de Fevereiro de 2021 | 24 de Fevereiro de 2021 |

RESULTADO(S) DO(S) ENSAIO(S)

| Ensaio(s) Efetuado(s) / Método(s) de Ensaio | Resultados | Unidades |
|---|------------|----------|
| Contagem de <i>Escherichia coli</i> B-glucuronidase positiva a 44°C ISO 16649-2:2001 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |
| Contagem de bactérias coliformes termotolerantes NF V 08-050:1996 (*) | <1,0E+01 | ufc / g |

Legenda:

ufc - unidades formadoras de colónias

NOTA: (*) Os métodos assinalados não estão incluídos no âmbito da acreditação.

Vânia Medeiros
Técnica do Laboratório de Microbiologia

Tatiana Nunes
Responsável Técnico do Laboratório de Microbiologia

PI - Procedimento Interno

PNT - Procedimento Normalizado de Trabalho

LQ - Laboratório de Química

LM - Laboratório de Microbiologia

LQ - Limite de Quantificação Analítico

Dedicação: Os resultados apresentados neste Relatório de ensaios apenas se referem à amostra conforme mencionada. Este relatório de ensaios não pode ser reproduzido, e não se na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório LABIAGRO, Laboratório Químico, Agroalimentar e Microbiológico, Lda. A amostragem e recolha efetuada não se encontra no âmbito da acreditação.

Os dados presentes nos campos a sublinhado e itálico foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do Labiagro.

Mod 101/001

Página 1 de 1

